



# ESCOLA NAVAL

talant de biefaire



Duarte Nuno Teodoro Moreno

## Realidade Virtual para Treino de Situações de Catástrofe

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Ciências Militares Navais, na especialidade de Marinha



Alfeite  
2020





# ESCOLA NAVAL

talento e biefaire



Duarte Nuno Teodoro Moreno

*Realidade Virtual para Treino de Situações de Catástrofe*

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Ciências Militares Navais, na especialidade de Marinha

**Orientação de:** Professor Doutor Anacleto Cortez e Correia

**Co-orientação de:** Contra-Almirante Doutor Mário Simões Marques

*O Aluno Mestrando,*

*O Orientador,*

---

Duarte Moreno



---

Professor Anacleto Correia

Alfeite  
2020



*“If you can’t fly then run, if you can’t run then walk, if you can’t walk then crawl,  
but whatever you do you have to keep moving forward.”*

Martin Luther King



Dedico este trabalho aos meus pais, por todo o apoio dado ao longo de todo o meu percurso académico, e por toda a disponibilidade em todos os momentos como os meus pilares de apoio. À minha namorada Andreia, pela paciência, compreensão, apoio, carinho e presença reconfortante que foram essenciais para o meu percurso.





# Agradecimentos

Quero agradecer a todos aqueles que contribuíram de diversas formas para a elaboração desta dissertação. Sem o apoio de todos o desenvolvimento deste estudo não seria possível.

Começo por agradecer ao meu orientador, Sr. Professor Doutor Anacleto Cortez e Correia pela disponibilidade e apoio prestado na realização desta dissertação.

Ao meu co-orientador Excelentíssimo Senhor Almirante Mário José Simões Marques, por toda a passagem de conhecimento, colaboração, disponibilidade e pela forma como me ajudou ao longo do desenvolvimento desta dissertação.

Ao Curso João Baptista Lavanha, com um apreço especial aos camaradas que estiveram mais presentes ao longo destes últimos 5 anos, pela motivação e pelos momentos vividos e partilhados.

Aos meus pais, restantes familiares e amigos pelo apoio moral, compreensão e disponibilidade em todos os momentos. À minha namorada, pela paciência e por estar ao meu lado sempre que precisei. O apoio dado ao longo destes 5 anos de Escola Naval, permitiu que crescesse, melhorasse e superasse todos os desafios.

Um muito obrigado a todos.



# Resumo

Um desastre é um fenómeno imprevisível que provoca elevada destruição material e perdas de vidas humanas. Nestas situações para que uma resposta de auxílio seja eficaz é necessária preparação através da formação e treino, de forma a garantir uma adequada organização da resposta no terreno.

Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma solução que permita um treino adequado para situações de desastre, através da utilização de tecnologias de realidade virtual, permitindo assim que os militares possam experienciar situações próximas da realidade, de forma a possuírem um maior grau de confiança e capacitação para enfrentar cenários extremos.

A solução recorreu ao método *Design Science Research* para aquisição de conhecimento relativo ao domínio do problema, seguindo-se as etapas da conceção e construção da solução. Após o desenvolvimento da mesma, efetuou-se um questionário uma análise estatística e uma análise descritiva *eye-tracker*, por forma a apurar o proveito do uso desta tecnologia no treino de situações de desastre. Da análise efetuada foi possível concluir que a solução criada, sendo um protótipo, é um sistema inovador e eficaz, possuindo vantagens na sua utilização como apoio ao ensino e pode ser usada eficazmente no treino de situações de catástrofe apesar de necessitar melhorias na aproximação com um cenário real, dados de possível interesse para a Marinha Portuguesa.

**Palavras-chave:** Gestão de Desastres, Formação e Treino, Realidade Virtual, Operações Militares.



# Abstract

A disaster is an unpredictable phenomenon that causes high material destruction and loss of human life. In these situations, for an effective aid response, preparation is required through instruction and training, to guarantee an adequate organization of the response on the ground.

This work aims to develop a solution that allows adequate training for disaster situations, through the use of virtual reality technologies, thus allowing the military to experience situations close to reality, in order to have a greater degree of confidence and capacity in facing extreme scenarios.

The solution used the Design Science Research method to gather knowledge related to the problem domain, following the steps of conception and building the solution. After its development, a questionnaire, a statistical analysis and a descriptive eye-tracker analysis were carried out, in order to ascertain the benefit of using this technology in the training of disaster situations. It was possible to conclude that the solution created, being a prototype, is an innovative and effective system, with advantages in its use as a support for teaching and can be used effectively in the training of disaster situations, despite needing improvements in the approach with a real scenario, data of possible interest to the Portuguese Navy.

**Keywords:** Disaster Management, Training and Coaching, Virtual Reality, Military Operations.



# Índice

<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>1 Revisão da Literatura</b>	<b>7</b>
1.1 Gamificação . . . . .	7
1.1.1 Definição . . . . .	7
1.1.2 Métodos . . . . .	8
1.2 Jogos de Computador . . . . .	9
1.2.1 Definição . . . . .	9
1.2.2 Jogos de Computador na Aprendizagem . . . . .	9
1.2.3 Elementos do Jogo . . . . .	10
1.2.4 Realidade Virtual . . . . .	11
1.2.5 Motor de Jogo . . . . .	12
1.3 Storyboard . . . . .	14
1.3.1 Definição . . . . .	14
1.3.2 Características do Storyboard . . . . .	15
1.3.3 Métodos . . . . .	16
1.4 Síntese . . . . .	17
<b>2 Gestão de Desastres</b>	<b>19</b>
2.1 Enquadramento . . . . .	19
2.2 Conceitos e Terminologia . . . . .	21
2.3 Classificação de Desastres . . . . .	21
2.4 Processo de Gestão de Emergências . . . . .	24
2.5 Condução de Operações de Desastre . . . . .	25
2.5.1 Organização . . . . .	27
2.5.2 Equipas . . . . .	27
2.5.3 Forças Armadas nos Desastres . . . . .	29
<b>3 Conceção da Solução</b>	<b>35</b>
3.1 Introdução . . . . .	35
3.2 Nível 1 . . . . .	37
3.3 Nível 2 . . . . .	41
3.4 Nível 3 . . . . .	44
3.5 Síntese . . . . .	47
<b>4 Construção da Solução</b>	<b>49</b>
4.1 Detalhes da Construção . . . . .	49
4.1.1 Menu Inicial e Níveis . . . . .	51
4.1.2 Caixa de Informações . . . . .	63

4.1.3	Temporizador . . . . .	64
4.1.4	Painel de Auxílio e Painel de Comandos . . . . .	65
4.1.5	Sistema de Pontuação . . . . .	65
4.1.6	Tabela de Resultados . . . . .	66
4.2	Exportação da Aplicação . . . . .	68
<b>5</b>	<b>Validação da Solução</b>	<b>71</b>
5.1	Análise de Resultados . . . . .	71
5.2	Análise Estatística . . . . .	84
5.3	Análise <i>Eye Tracker</i> . . . . .	87
	<b>Conclusão</b>	<b>91</b>
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>95</b>
	<b>Apêndices</b>	<b>101</b>
<b>A</b>	<b>Enquadramento Geral da Plataforma de Ensino</b>	<b>101</b>
<b>B</b>	<b>Inquérito de Avaliação</b>	<b>105</b>
<b>C</b>	<b>Respostas de Desenvolvimento</b>	<b>115</b>
<b>D</b>	<b>Gráficos Gerados Google Forms</b>	<b>117</b>
<b>E</b>	<b>Folha de Cálculo Excel - SUS</b>	<b>127</b>
<b>F</b>	<b>Artigo Científico</b>	<b>129</b>



# Lista de Figuras

1	Ciclo de Gestão de Desastres . . . . .	2
2	Etapas da metodologia de investigação . . . . .	4
3	Estrutura da Dissertação . . . . .	5
1.1	Características da Realidade Virtual . . . . .	11
1.2	<i>Storyboard</i> Linear . . . . .	15
1.3	<i>Storyboard</i> Não Linear . . . . .	15
1.4	Vantagens do <i>Storyboard</i> . . . . .	16
2.1	As operações de resposta à crise e o espectro do conflito . . . . .	20
2.2	Fases da Gestão de Emergência . . . . .	24
2.3	Ciclo de Respostas Internacional da Equipa UNDAC . . . . .	26
2.4	Linhas de Ação para Assistência Humanitária . . . . .	33
3.1	Octalysis . . . . .	36
3.2	<i>Storyboard</i> - Nível 1 . . . . .	38
3.3	<b>Ponto 5</b> “Influência Social” - Nível 1 . . . . .	39
3.4	<b>Ponto 1</b> “Significado” - Nível 1 . . . . .	39
3.5	<b>Ponto 2</b> “Conquista” - Nível 1 . . . . .	40
3.6	<b>Ponto 4</b> “Posse” - Nível 1 . . . . .	40
3.7	<b>Ponto 8</b> “Evitar” - Nível 1 . . . . .	40
3.8	<i>Storyboard</i> - Nível 2 . . . . .	41
3.9	<b>Ponto 5</b> “Influência Social” - Nível 2 . . . . .	42
3.10	<b>Ponto 1</b> “Significado” - Nível 2 . . . . .	42
3.11	<b>Ponto 2</b> “Conquista” - Nível 2 . . . . .	43
3.12	<b>Ponto 4</b> “Posse” - Nível 2 . . . . .	43
3.13	<b>Ponto 8</b> “Evitar” - Nível 2 . . . . .	43
3.14	<i>Storyboard</i> - Nível 3 . . . . .	44
3.15	<b>Ponto 5</b> “Influência Social” - Nível 3 . . . . .	45
3.16	<b>Ponto 1</b> “Significado” - Nível 3 . . . . .	46
3.17	<b>Ponto 3</b> “Criatividade” - Nível 3 . . . . .	46
3.18	<b>Ponto 2</b> “Conquista” - Nível 3 . . . . .	46
3.19	<b>Ponto 4</b> “Posse” - Nível 3 . . . . .	47
3.20	<b>Ponto 8</b> “Evitar” - Nível 3 . . . . .	47
4.1	Construção de edifícios no software <i>Unity</i> . . . . .	49
4.2	Edifícios criados através do <i>software Agisoft PhotoScan</i> . . . . .	50
4.3	Comparação entre Vila D’Ela e cenário criado . . . . .	50
4.4	Elemento da equipa USAR em primeira pessoa . . . . .	51
4.5	Humanoide a simular um pedido de ajuda . . . . .	51

4.6	Resultado Final do Menu Inicial . . . . .	52
4.7	Comandos da plataforma . . . . .	52
4.8	Descrição detalhada de cada nível . . . . .	53
4.9	Nível 1 . . . . .	53
4.10	Nível 2 . . . . .	54
4.11	Nível 3 . . . . .	54
4.12	Nível 1 - Ambiente . . . . .	55
4.13	Nível 2 - Ambiente . . . . .	55
4.14	Nível 3 - Ambiente . . . . .	55
4.15	Nível 1 - Regras e Objetivos . . . . .	56
4.16	Nível 2 - Regras e Objetivos . . . . .	56
4.17	Nível 3 - Regras e Objetivos . . . . .	56
4.18	Nível 1 - Caixa de Informação . . . . .	57
4.19	Nível 2 - Caixa de Informação . . . . .	57
4.20	Nível 3 - Caixa de Informação . . . . .	57
4.21	Ponto 1 - Nível 1 . . . . .	58
4.22	Ponto 1 - Nível 2 . . . . .	58
4.23	Ponto 1 - Nível 3 . . . . .	58
4.24	Ponto 2 - Nível 1 . . . . .	59
4.25	Ponto 2 - Nível 2 . . . . .	59
4.26	Ponto 2 - Nível 3 . . . . .	59
4.27	Ponto 4 - Nível 1 . . . . .	60
4.28	Ponto 4 - Nível 2 . . . . .	60
4.29	Ponto 4 - Nível 3 . . . . .	60
4.30	Ponto 5 - Nível 1 . . . . .	61
4.31	Ponto 5 - Nível 2 . . . . .	61
4.32	Ponto 5 - Nível 3 . . . . .	61
4.33	Ponto 8 - Evitar avaliação negativa . . . . .	62
4.34	Ponto 3 - <i>Feedback</i> transmitido ao finalizar os três níveis . . . . .	62
4.35	Ponto 7 - Verificado na transição de níveis . . . . .	63
4.36	Ponto 6 - Atribuição de prêmio para o mais apto . . . . .	63
4.37	Caixa de Informação . . . . .	64
4.38	Temporizador Parado . . . . .	64
4.39	Resultado do método utilizado . . . . .	64
4.40	Painel de Auxílio . . . . .	65
4.41	Painel de Comandos . . . . .	65
4.42	Resultado final do sistema de pontuação . . . . .	66
4.43	Painel de Resultados Final . . . . .	66
4.44	Painel de Resultados Final . . . . .	67
4.45	<i>Feedback</i> . . . . .	67
4.46	<i>Visual Studio</i> - linguagem de programação C# . . . . .	68
4.47	Organização dos Níveis . . . . .	68
4.48	Exportação da Plataforma . . . . .	68
4.49	Menu de Entrada no Ambiente de Aprendizagem . . . . .	69
5.1	Respostas ao inquérito: categoria . . . . .	72

5.2	Respostas ao inquérito: classe . . . . .	72
5.3	Respostas ao inquérito: número de participações em situações de de- sastre . . . . .	73
5.4	Respostas ao inquérito: conhecimento tecnologia RV . . . . .	74
5.5	Áreas de Aplicação de Realidade Virtual . . . . .	75
5.6	<i>Eye Tracker Pupil Core (Pupil Labs)</i> . . . . .	87
5.7	Ponto de Fixação . . . . .	88
5.8	<i>Saccade</i> . . . . .	88
5.9	Leitura mais lenta . . . . .	89
5.10	Varrimento da área . . . . .	89



# Lista de Tabelas

1.1	Comparação do Método <i>Octalysis</i> e <i>Design Thinking</i> . . . . .	8
1.2	Comparação entre RV, RA e Jogos Tradicionais . . . . .	12
1.3	Comparação entre motores de jogo . . . . .	14
1.4	Comparação entre vários métodos de construção de <i>storyboard</i> . . .	17
2.1	Exemplos de Classificação de Situações de Desastre . . . . .	22
2.2	Extrato da Classificação de Situações de Desastre segundo CRED .	23
2.3	Elementos pertencentes às componentes USAR . . . . .	29
2.4	Atores DISTEX . . . . .	32
3.1	Resumo da aplicação dos métodos utilizados . . . . .	48
5.1	Respostas ao inquérito: género e idade . . . . .	71
5.2	Respostas ao inquérito: conhecimento sobre o treino de cenários de catástrofe . . . . .	73
5.3	Respostas ao inquérito: conhecimento da tecnologia RV e familiari- dade com aplicações e soluções de ensino RV . . . . .	74
5.4	Respostas ao inquérito: conhecimento da tecnologia RV . . . . .	74
5.5	Respostas ao inquérito SUS . . . . .	76
5.6	Moda dos valores das perguntas - SUS . . . . .	77
5.7	Cálculo inicial - SUS . . . . .	78
5.8	Cálculo SUS . . . . .	78
5.9	Avaliação SUS . . . . .	79
5.10	Respostas ao inquérito: a forma como a solução RV transmite a mis- são a executar . . . . .	79
5.11	Respostas ao inquérito: a forma como a solução RV transmite as regras a seguir . . . . .	79
5.12	Respostas ao inquérito: a forma como a solução de Realidade Virtual estabelece uma iteração e fornece informações durante a ação é . . .	80
5.13	Respostas ao inquérito: a forma como a solução de Realidade Virtual é utilizada é . . . . .	80
5.14	Respostas ao inquérito: forma como a solução de Realidade Virtual motiva na realização das tarefas é . . . . .	80
5.15	Respostas ao inquérito: a forma como a solução de Realidade Virtual dispõem o meio envolvente e o contexto da ação é . . . . .	81
5.16	Respostas ao inquérito: a forma como a solução de Realidade Virtual desperta sentimentos e emoções durante a sua execução das ações é	81
5.17	Respostas ao inquérito: a forma como a solução de Realidade Virtual estabelece os níveis de progressão em função da dificuldade é . . . .	81

5.18	Respostas ao inquérito: a forma como a solução RV permite desenvolver as competências dos formandos . . . . .	81
5.19	Respostas ao inquérito: a forma como a solução RV tem aderência a situações reais é . . . . .	82
5.20	Respostas ao inquérito: qual o benefício do uso de Realidade Virtual para treinar os cenários de catástrofe antes do desempenho real . .	82
5.21	Respostas ao inquérito: considera que um método de aprendizagem baseado em RV, suscetível de cativar os formandos/alunos . . . . .	82
5.22	Respostas ao inquérito: qual o grau de realismo da solução de Realidade Virtual relativamente a um cenário real . . . . .	83
5.23	Respostas ao inquérito: classifique globalmente a facilidade de utilização da solução de Realidade Virtual . . . . .	83
5.24	Respostas ao inquérito: tendo em conta que o artefacto é um protótipo, como avaliaria globalmente a qualidade da prova de conceito .	83
5.25	Respostas ao inquérito: considera o conceito de ensino apresentado inovador para o tipo de conteúdo . . . . .	83
5.26	Respostas ao inquérito: pensa que tecnologias como a Realidade Virtual podem ser utilizadas para melhorar a transmissão de conceitos e práticas no ensino e na formação . . . . .	84
5.27	Dados de análise estatística da QD4 . . . . .	85
5.28	Dados de análise estatística da QD5 . . . . .	86

# Lista de Abreviaturas, Acrónimos e Símbolos

## Abreviaturas

2D Duas Dimensões

3D Três Dimensões

AHFE Applied Human Factors and Ergonomics

AN Administração Naval

ANPC Autoridade Nacional de Proteção Civil

C2 Comando e Controlo

CCFE Centro de Controlo de Feridos e Evacuados

CRED Centre for Research on the Epidemiology of Disaster

DISTEX Disaster Relief Exercise

DSR Design Science Research

DT Design Thinking

EN-MEC/AEL Engenharia Naval do Ramo de Mécânica e Armas e Eletrónica

ETNA Escola de Tecnologias Navais

FEMA Federal Emergency Management Agency

FFAA Forças Armadas

INSARAG International Search and Rescue Advisory Group

LEMA Local Emergency Management Authority

NRBQ Nucleares Radiológicas Biológicas e Químicas

OCS Órgão da Comunicação Social

OSOCC On-Site Operations Coordination Centre

PCB Posto de Comando a Bordo

PCT Posto de Comando em Terra

PMA Posto Médico Avançado

QD Questões Derivadas

QP Questão Principal

RA Realidade Aumentada

RC Resident Coordinator

RDC Reception and Departure Centre

RECON Equipa de Reconhecimento

RV Realidade Virtual

SBV Suporte Básico de Vida

SUS System Usability Scale

THEMIS disTributed Holistic Emergency Management Intelligent System

UNDAC United Nations Disaster Assessment and Coordination

UNISDR The United Nations International Strategy for Disaster Reduction

UNOCHA United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs

USAR Urban Search and Rescue



# Introdução

A presente introdução é constituída por cinco seções. Na primeira seção, é efetuado um enquadramento do tema da dissertação. Na segunda, é definido o problema em estudo. Em seguida, na terceira seção, são enunciados os objetivos e as questões de investigação levantadas. Na quarta seção é referida a metodologia de investigação escolhida e a descrição das atividades a desenvolver para a concretização dos objetivos estabelecidos. Por último, é apresentada a estrutura da dissertação, os vários capítulos em que está dividida e o respetivo conteúdo.

## Enquadramento

Um desastre é um fenómeno imprevisível que provoca, geralmente, grande destruição material e perdas de vidas humanas. Apesar da sua origem ser maioritariamente de causas naturais - sismos, cheias, tsunamis, entre outros -, tem-se verificado nos últimos anos, uma maior frequência de desastres de origem antrópica, i.e., resultantes do comportamento do ser humano.

A extensão dos danos nas propriedades ou o número de vítimas que resulta de um desastre ou cenário de emergência, depende da capacidade de a população resistir ao mesmo e da sua intensidade, como também da capacidade de resposta dos agentes de proteção civil e do apoio prestado pelos militares. Para que a resposta seja conduzida eficazmente, é necessária formação, treino e planeamento antecipado das operações no terreno.

Na legislação de vários países, entre os quais Portugal, as Forças Armadas (FFAA) têm a responsabilidade de participar em missões militares necessárias para assegurar compromissos internacionais. Nestas missões estão incluídas operações de resposta a catástrofes e de assistência humanitária, com objetivo de ajudar populações atingidas, garantindo a defesa dos direitos humanos - em situações de guerra, conflito, crises económicas ou situações de catástrofe -, e disponibilizando recursos materiais, alimentos e auxílio jurídico (THEMIS, 2014).

## Definição do Problema

Com a elevada probabilidade de ocorrência de desastres na atualidade a gestão de desastres reveste-se de grande importância para as FFAA, face ao seu papel ativo na realização das operações de auxílio.

Para desenvolver aptidão e capacidades de preparação, as FFAA necessitam de treinar as diversas situações em que poderão participar, melhorando assim a sua

capacidade de resposta face às situações de desastre. Desta forma, ambientes de treino e aprendizagem sintéticos dão oportunidades aos militares, designadamente às guarnições de navios, treinarem cenários realistas. Estes ambientes permitem a preparação para situações futuras, num processo de formação e treino em que a interação entre os sujeitos e cenários virtuais constituem formas de vivenciar experiências quase-reais (Simões-Marques *et al.*, 2020).

Esta dissertação encontra-se inserida no projeto *disTributed Holistic Emergency Management Intelligent System* (THEMIS), um sistema inteligente que abrange aplicações de *desktop* para gestão de desastres e aplicações móveis para auxiliar na resposta a desastres (Simões-Marques *et al.*, 2020).

A premissa deste projeto descrito na presente dissertação é a criação de um ambiente de treino sintético que auxilie as equipas de resgate na resposta a desastres, através de ambientes **totalmente virtuais** de complexidade crescente, baseados nos cenários utilizados na Vila D'Ela/ETNA, durante os DISTEX. Através da criação destes cenários, as equipas devem aplicar conhecimentos e procedimentos adquiridos anteriormente (por exemplo, métodos de busca e salvamento), contribuindo assim para a fase de preparação do Ciclo de Gestão de Desastres (Figura 1).



FIGURA 1: Ciclo de Gestão de Desastres

É necessário que a solução desenvolvida nesta dissertação obedeça a um conjunto de critérios, nomeadamente -  **motive** o utilizador no desempenho da missão,  **forneça *feedback*** sobre as ações tomadas e  **facilite a aprendizagem** do formando.

Como referido posteriormente no Capítulo 1, dado que tanto o motor de jogo como o *storyboard* são elementos essenciais para a execução da solução, estes devem preencher um conjunto de requisitos. O motor de jogo (explicado em detalhe no Capítulo 1) deverá ser detentor de uma  **linguagem de programação** e um  **software simples**; permita a  **modelagem em três dimensões**; possua um  **espólio disponível diversificado**; suporte a execução de  **meios em RV**; e que

seja **gratuito**. O *storyboard* utilizado (explicado em detalhe no Capítulo 1) deve representar o **projeto final**, realizar uma **descrição pormenorizada** do que irá acontecer e utilizar **setas para descrição dos movimentos** das personagens.

## Objetivo e Questões de Investigação

A presente dissertação visa a conceção e desenvolvimento, de uma solução para treino de militares, em ambientes sintéticos, de forma a operarem em zonas afetadas por catástrofes. O **objetivo da dissertação** será assim:

Criar uma ferramenta que possibilite a militares envolvidos em operações de emergência experienciar situações próximas das reais, com o intuito de aumentar o nível de proficiência e experiência na abordagem de cenários de desastre.

Assim, a principal **questão de investigação** (QP) colocada no âmbito desta dissertação é:

A utilização de ambientes sintéticos permite aos militares a obtenção de treino eficaz para situações de desastre?

Para o efeito torna-se necessário responder às seguintes **questões derivadas** (QD):

- QD1 - Quais os métodos adequados para criar ambientes sintéticos?
- QD2 - Qual a tecnologia a usar para implementar ambientes sintéticos?
- QD3 - Que procedimentos treinar num ambiente virtual?
- QD4 - A solução de Realidade Virtual obtida é eficaz para o treino de situações de desastre?
- QD5 - A Realidade Virtual tem vantagens na formação?

## Metodologia de Investigação

Uma investigação pode ser definida como sendo o processo de obter soluções adequadas para problemas, por meio de recolhas planeadas e sistemáticas de requisitos e através de análise e interpretação de dados (Ingleby, 2012). Para esta dissertação foi escolhido o método *Design Science Research* (DSR). Este tem como objetivo gerar conhecimento durante a produção de um artefacto - objeto criado para solucionar eficazmente o problema de investigação proposto, podendo ser classificado em método, modelo, constructo e instanciação (Haj-Bolouri, 2015; Lacerda *et al.*, 2013). Na elaboração desta dissertação será realizada a instanciação de um ambiente de aprendizagem.

Neste trabalho foi usada a abordagem de Kuechler e Petter (2012) para o método DSR, destacando-se pela sua capacidade de encontrar soluções do mundo real e pela sua praticidade, dividindo o desenvolvimento do artefacto em 5 etapas, demonstradas na Figura 2.



FIGURA 2: Etapas da metodologia de investigação.  
 Fonte: Adaptado de Kuechler e Petter (2012)

Nesta dissertação, a **Consciencialização do Problema** é efetuada na **Introdução** e nos **Capítulos 1 e 2**, onde através de uma revisão bibliográfica sistemática são reunidos os conhecimentos para formular e desenvolver o problema de investigação; as etapas **Sugestão** e **Desenvolvimento**, compreendem os **Capítulos 3 e 4**, onde através, do levantamento de requisitos realizado em capítulos anteriores, recolheram-se informações importantes à implementação numa solução de ambiente sintético, procedendo-se à sua conceção, construção e desenvolvimento na tecnologia selecionada; as últimas etapas, **Avaliação** e **Conclusão**, nomeadamente, são implementadas no **Capítulo 5**, onde são avaliadas as funcionalidades, a arquitetura e os requisitos do artefacto pelos utilizadores. Através da recolha e análise de dados resultantes da avaliação, é assim justificada a utilidade da conceção deste cenário.

## Estrutura

A presente dissertação é constituída por sete capítulos que foram desenvolvidos de acordo com o diagrama representado na Figura 3. Na **Introdução** é descrito o enquadramento do domínio em que a dissertação é realizada; efetuada a definição do problema para o qual se pretende propor uma solução; é estabelecido o objetivo da dissertação, bem como das questões de investigação que se pretende responder; é definida a metodologia científica cujas etapas serão seguidas no processo de investigação; por último é apresentada a estrutura da dissertação, com a descrição dos vários capítulos que a constituem, o seu conteúdo, bem como do processo desenvolvido para a sua realização.

No **Capítulo 1 - Revisão da Literatura** é efetuado um enquadramento dos conceitos de Gamificação, Jogos de Computador e *Storyboard* e é apresentada a escolha das ferramentas mais adequadas à conceção da solução.

No **Capítulo 2 - Gestão de Desastres**, é efetuada a caracterização do domínio do problema; é descrita a gestão de desastres, os seus principais conceitos e terminologias; demonstrando os quadros de referência internacionais e nacionais na condução das operações de assistência a catástrofe.

No **Capítulo 3 - Conceção da Solução**, é apresentada a recolha e o tratamento de dados; são também levantados os requisitos com vista à definição do cenário e conteúdo da solução.

No **Capítulo 4 - Construção da Solução**, são demonstrados os detalhes da construção da solução na plataforma tecnológica escolhida.

No **Capítulo 5 - Validação da Solução**, analisam-se os resultados obtidos e a respostas às questões de validação com o intuito de validar a solução.

Por fim, as **Conclusões** são elaboradas com base nos resultados obtidos e atribuídas as recomendações para trabalhos futuros.

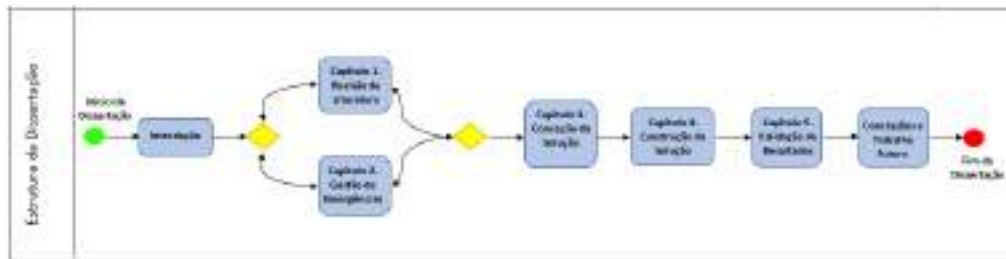


FIGURA 3: Estrutura da Dissertação



# Capítulo 1

## Revisão da Literatura

A construção da solução para apoio ao treino de militares em situações de catástrofe, requereu a revisão bibliográfica de domínios relevantes do problema, nomeadamente, gamificação, *storyboard* e realidade virtual. Estes domínios serviram para perceção inicial do contexto do problema. A revisão da literatura relativa à **gamificação** permitiu perceber alguns métodos que os jogos utilizam para motivar a aprendizagem. A revisão da literatura relativa ao ***storyboard*** permitiu esboçar a solução através do uso de imagens sequenciais. Por fim, realizou-se a pesquisa sobre a **realidade virtual** - tecnologia utilizada para o desenvolvimento da solução - e a seleção do **motor de jogo**.

O presente capítulo é constituído por quatro seções. Estas, visam o enquadramento do leitor sobre os temas anteriormente referidos. Em cada seção irão realizar-se comparações de métodos - por forma a responder à QD1 - para justificar a razão das escolhas sendo que, cada parâmetro irá possuir uma avaliação com base numa pontuação de 0 a 5 do grau de cobertura dos vários critérios de análise (0 - Nenhum, 5 - Completo), possuindo todos o mesmo peso.

### 1.1 Gamificação

#### 1.1.1 Definição

A gamificação é o processo de utilizar elementos de jogos e aplicá-los às atividades da vida real. O seu objetivo é aplicar métodos e técnicas usados em jogos com o intuito de motivar e encorajar a realização de tarefas, motivando os trabalhadores e incentivando a colaboração.

Deterding *et al.* (2011) definem gamificação como o uso de elementos de jogos em contextos que não o dos jogos. Uma gamificação efetiva combina fatores presentes em aplicações desenvolvidas para fins de entretenimento, como por exemplo, *design*, dinâmicas, psicologia e tecnologia, e utiliza-as no suporte de tarefas correntes da organização, por exemplo o treino. Estudos efetuados por Hakulinen *et al.* (2013) e Li *et al.* (2012) confirmam que a gamificação direcionada para o ensino promove o desenvolvimento da eficácia e o aumento de retenção, ao motivar os alunos para a aprendizagem.

### 1.1.2 Métodos

Pretende-se construir um ambiente de treino e aprendizagem para situações de desastre, havendo no desenvolvimento de jogos, várias técnicas utilizadas que poderão ser úteis para a construção do mesmo.

Fez-se a análise de dois métodos utilizados na gamificação: *Design Thinking* (DT) e *Octalysis* proposto por Yu-Kai (2014). O método DT baseia-se na resolução de problemas através da pesquisa, da partilha de ideias, da seleção das mesmas e da realização de protótipos (Friis Dam & Siang Teo, 2020), encontrando soluções para responder a vários problemas que vão surgindo, focando-se no trabalho em equipa, nas necessidades individuais e nos objetivos da aprendizagem (Brown, 2008). Este método foi utilizado primeiramente para gerar ideias. De seguida, utilizou-se o método *Octalysis*. Este define que tudo o que fazemos relacionado com a gamificação baseia-se em 8 pontos fulcrais (descrito em detalhe no capítulo 3). Este método considera pontos focados na realização pessoal com a sociedade e outros na parte lógica, do pensamento analítico e na posse, sendo que, cada um destes está associado respetivamente a uma tendência intrínseca - vontade do utilizador ganhar conhecimento para o enriquecer - e extrínseca - vontade de o utilizador atingir um objetivo, obter alguma recompensa externa, por exemplo, dinheiro, troféus, etc. (Yu-Kai, 2014). Na análise deste método verificou-se que este possuía diversos pontos que forneciam motivação ao utilizador, concebendo *feedback* imediato após a realização de um trabalho (Oliveira & Cruz, 2018).

Estabeleceu-se uma comparação dos dois métodos apresentados em diferentes dimensões através de um sistema de pontuação (0-5) representado na Tabela 1.1.

TABELA 1.1: Comparação do Método *Octalysis* e *Design Thinking*

CrITÉRIOS de AnÁlise	Octalysis	Design Thinking
Motivação Extra	5	0
Feedback Instantâneo	4	1
Encontro com as Necessidades Individuais	1	4
Foca-se nos Objetivos da Aprendizagem	2	4

Sistema de Pontuação: Grau de Cobertura 0 - Nenhum; 1 - Insuficiente; 2 - Razoável; 3 - Bom; 4 - Muito Bom; 5 - Completo.

Através da comparação dos métodos representados na Tabela 1.1, conclui-se que, o DT complementa o *Octalysis*. Ambos os métodos possuem características essenciais para o desenvolvimento desta dissertação, sendo que um é utilizado numa fase inicial - para gerar ideias e selecionar as mais adequadas - e outro utilizado na aplicação da gamificação (Simões-Marques *et al.*, 2020).



## 1.2 Jogos de Computador

### 1.2.1 Definição

Entende-se por jogo de computador um programa de entretenimento onde os jogadores interagem com elementos exibidos num ecrã. Segundo Juul (2004), a distinção entre jogos de computador e outros tipos de entretenimento fundamenta-se na complexidade e automação dos mesmos, podendo ser baseados numa história. O livro *Interactivity, Play and Games*, define jogo como uma atividade voluntária e iterativa, onde um ou mais jogadores seguem regras que delimitam o seu comportamento (Zimmerman, 2004).

A criação de jogos tem tido uma evolução exponencial nos últimos anos, com o desenvolvimento de metodologias para ajudar a sua produção. Enquanto que nos anos 80 um jogo era desenvolvido em 3 meses por um programador (Schell, 2008), nos dias de hoje é necessário uma equipa (programadores, designers gráficos, escritores, narradores, etc.), podendo demorar até 4 anos a ser desenvolvido (Novak, 2012).

Os jogos podem ser ferramentas eficientes, pois ao mesmo tempo que motivam, divertem o jogador, também facilitam a aprendizagem e a capacidade de retenção do que é ensinado, exercitando desta forma as capacidades intelectuais (Tarouco *et al.*, 2004).

### 1.2.2 Jogos de Computador na Aprendizagem

Existem muitos tipos de jogos que motivam os seus utilizadores, porém só aqueles que reúnem conteúdos didáticos podem ser aplicados na aprendizagem. Iremos de seguida, abordar os vários tipos de jogos que são utilizados com esse fim educativo, com base na tipologia proposta por Kim *et al.* (2018).

**Jogos de Guerra** - inicialmente desenvolvidos com propósito militar, estes jogos visam auxiliar as organizações militares na avaliação dos efeitos e resultados da tática e estratégia militar. Este tipo de jogo permite testar a eficiência de um plano, estratégia e recursos consoante o cenário em jogo (Kim *et al.*, 2018), apresentando um conjunto de características vantajosas para o treino militar, pois permite desenvolver a capacidade de tomada de decisão e a aprendizagem de estratégias (Sabin, 2014).

**Jogos de Simulação** - este tipo de jogo simula situações do mundo real - simuladores de navegação, condução, voo, etc. Face ao seu carácter educativo, estes jogos melhoram o desempenho do utilizador, uma vez que permitem interações com situações reais possibilitando a aplicação de conhecimentos e competências adquiridas anteriormente. Assim, são desenvolvidas novas aptidões ao nível da comunicação interpessoal, liderança e tomada de decisões (Martin & Shen, 1970).

**Jogos Educativos** - é um tipo de jogo criado com o único propósito de aplicar o ensino. Permite ajudar os utilizadores a expandir conceitos e aprender novas competências num contexto educacional.

Para a construção de um ambiente de RV pretende-se utilizar certas características dos jogos apresentados anteriormente. Com o desenvolvimento deste método de ensino, pretende-se melhorar o processo de tomada de decisão, aquisição de estratégias e de novas aptidões, como também, a aprendizagem de novas competências.

### 1.2.3 Elementos do Jogo

Na execução desta dissertação estudaram-se vários elementos essenciais baseados num conjunto de jogos. Estes dividem-se em **elementos internos** - regras, objetivos, interação e ambiente - e em **elementos resultantes do ato de jogar** - motivação, a competição e os resultados alcançados.

#### Elementos Internos

**Regras** - ajudam na compreensão do jogo e estão relacionadas com problemas que este coloca ao jogador. Segundo Juul (2000), as regras devem ser simples e claras para não suscitar dúvidas durante o jogo, devendo limitar a ação do jogador.

**Objetivos** - são importantes para guiar o jogo, pois o utilizador deve saber o que fazer e a razão pelo qual o está a fazer (Bates, 2004). Desta forma, é importante estabelecer vários tipos de objetivos, a curto, médio e longo prazo.

**Interação** - dada a importância do envolvimento entre jogador-jogo, este elemento proporciona a vontade de jogar e de explorar o jogo, sendo a componente que distingue os jogos de computador dos restantes (Assis, 2007; Bates, 2004).

**Ambiente** - caracteriza-se pelo espaço onde o jogo ocorre e onde as regras são aplicadas, permitindo ao jogador envolver-se mais facilmente (Ahmad *et al.*, 2015).

#### Elementos Resultantes do Ato de Jogar

**Motivação** - o jogo pode influenciar o comportamento do utilizador e levá-lo a seguir determinado “caminho” para atingir um objetivo. É neste âmbito que os jogos atuam, pois enaltecem o desejo de continuar para atingir o próximo patamar (Alexiou & Schippers, 2018).

**Competição** - os jogos ao serem desafiantes criam espírito competitivo no jogador. Esta é uma forma de autossuperação, pois o utilizador irá ambicionar passar o jogo e superar-se tanto a si como a outros jogadores (Lu & Ho, 2020).

**Resultados Alcançados** - são resultantes do ato de jogar, podendo variar em função dos objetivos propostos (Blair *et al.*, 2016).

Para o desenho do ambiente de aprendizagem a conceber, pretende-se utilizar todos os elementos anteriormente apresentados, pois, sendo elementos essenciais, têm importância para uma construção bem sucedida de um ambiente deste género.

### 1.2.4 Realidade Virtual

A realidade virtual (RV) é uma “interface avançada”, um conjunto de imagens gráficas 3D geradas pelo computador em tempo real, que fornece ao utilizador uma experiência imersiva e interativa (Kirner, 2007).

A tecnologia RV possui três características essenciais: interação, envolvimento e imersão, ilustradas na Figura 1.1. Estas características são desenvolvidas pelos estímulos que as imagens virtuais provocam nos utilizadores ao nível da visão, tato e audição (Cruz-Neira *et al.*, 1993).

A sua utilização pode dividir-se em imersiva e não imersiva. A primeira, utiliza diversos dispositivos para proporcionar ao utilizador uma experiência interativa com diversos estímulos sensoriais. Já na não imersiva, apesar de ser considerada um ambiente virtual, a visualização de imagens é através do monitor e a interação é feita através de dispositivos como o rato, teclado, etc. (de Campos & Sampaio, 2005).



FIGURA 1.1: Características da Realidade Virtual

A tecnologia implementada nesta dissertação foi a RV. Para justificar a sua escolha, efectuiu-se uma comparação em diferentes dimensões no contexto de jogos (RV, Realidade Aumentada (RA) e jogos de tabuleiro), através de um sistema de pontuação (0-5) apresentado na Tabela 1.2. Pretende-se que a tecnologia possua características que **facilitem a aprendizagem, auxiliem na imersão e interação** do utilizador, **umentem a motivação** e essencialmente permita a criação de um **ambiente totalmente virtual**.

TABELA 1.2: Comparação entre RV, RA e Jogos Tradicionais

Critérios de Análise	RV	RA	Jogos de Tabuleiro
Facilitam a imersão, interação	5	5	3
Facilitam a aprendizagem	5	5	5
Aumenta a motivação	5	5	5
Facilita a criação de um ambiente virtual de treino	5	3	0
Pontuação Final	20	18	13

Sistema de Pontuação: Grau de Cobertura 0 - Nenhum; 1 - Insuficiente; 2 - Razoável; 3 - Bom; 4 - Muito Bom; 5 - Completo.

A Realidade Virtual em comparação com as restantes tecnologias - Realidade Aumentada e jogos tradicionais -, destaca-se por ser a única com a capacidade de criar um ambiente totalmente virtual para treino, visto que a RA desenvolve partes de ambiente virtual e sobrepõe-o ao ambiente real do utilizador e nos jogos de tabuleiro não existe a possibilidade de criar um ambiente virtual (Billinghurst & Dünser, 2012; Fajardo Tovar *et al.*, 2020; Gonzalo-Iglesia *et al.*, 2018). Assim, a RV apresenta as melhores características para cumprir os objetivos a alcançar no desenvolvimento desta dissertação - um ambiente de treino que possibilite experienciar situações próximas das reais, com o intuito de aumentar o nível de proficiência e experiência na abordagem de cenários de desastre.

### 1.2.5 Motor de Jogo

Um motor de jogo (*game engine*) é um ambiente de desenvolvimento que serve de base para a criação de aplicações de jogos e soluções congêneres (Christopoulos & Xinogalos, 2017). O motor de jogo fornece um ambiente gráfico para a criação de imagens 2D e 3D, suporte de animação, áudio, programação, etc., permitindo assim, que os programadores desenvolvam aplicações para fins de entretenimento e educação (Andrade, 2015).

Em seguida serão descritas as características de diversos motores de jogo existentes correntemente no mercado.

#### *Unity*

Possui cerca de 45% do mercado de jogos (Produção de Jogos, 2018) e é a ferramenta mais utilizada na construção de ambientes virtuais. É uma ferramenta

gratuita de fácil aprendizagem para principiantes, mas suficientemente sofisticada para quem possuiu formação na área. Permite modelação 2D e 3D apresentando melhor qualidade que os restantes motores de jogo. O espólio de exemplos disponibilizado é mais diversificado que os restantes. Uma das grandes vantagens é a linguagem de programação utilizada ser o C#, sendo fácil de aprender e fazendo a gestão de memória automaticamente (Christopoulou & Xinogalos, 2017; Haas, 2014).

### ***Unreal Engine 4***

Este motor de jogo gratuito apresenta grandes capacidades gráficas no domínio das luzes e efeitos visuais, possuindo a capacidade de construir ambientes virtuais. Este apresenta algum espólio para auxiliar o utilizador. As suas características permitem ao utilizador controlar as propriedades dos elementos dos jogos, isto é, o tamanho, densidade, cor, etc. A linguagem de programação utilizada é C++ que é utilizada por programadores experientes, com a gestão de memória efetuada manualmente (Christopoulou & Xinogalos, 2017; Sherif, 2015).

### ***Game Maker***

Este motor de jogo gratuito apresenta facilidades a nível de programação, mas apenas para modelagem 2D. Quanto à modelagem 3D, é um motor de jogo com várias limitações tanto a nível gráfico como ao nível da programação (tornando-se mais complexa), apresentando um espólio pouco diversificado face à sua complexidade (Christopoulou & Xinogalos, 2017; Delucas, 2014).

### ***Blender***

É uma ferramenta gratuita bastante sofisticada, no entanto é de certa complexidade para iniciantes. Permite a modelagem 3D e é das ferramentas mais utilizadas para a área da educação. Permite a construção de ambientes virtuais apesar de ser pouco utilizado, apresentando um espólio pouco diversificado em relação com o *Unity* (Christopoulou & Xinogalos, 2017; Fisher, 2014).

Face aos motores de jogo anteriormente apresentados, realizou-se um estudo comparativo, apresentado na Tabela 1.3, utilizando um sistema de pontuação (0-5), para apoiar a decisão de qual o motor de jogo a utilizar para a construção do artefacto.

TABELA 1.3: Comparação entre motores de jogo

<b>Critérios de Análise</b>	<i>Unity</i>	<i>Unreal Engine 4</i>	<i>GameMaker</i>	<i>Blender</i>
Facilidade na linguagem de programação	5	3	3	3
Modelação 3D	5	5	2	5
Espólio disponível	5	4	2	4
Simplicidade do software	4	4	3	3
Suporte de RV e RA	5	5	3	3
Custo	5	5	5	5
Pontuação Final	29	26	18	23

Sistema de Pontuação: Grau de Cobertura 0 - Nenhum; 1 - Insuficiente; 2 - Razoável; 3 - Bom; 4 - Muito Bom; 5 - Completo.

Face à avaliação dos parâmetros, verifica-se que o software *Unity* apresenta as melhores características para a construção do artefacto. Em comparação com os restantes motores de jogo, destaca-se a facilidade na linguagem de programação que utiliza (5) e o vasto espólio que disponibiliza (5).

## 1.3 Storyboard

### 1.3.1 Definição

O *storyboard* é usado como uma primeira representação e visualização do projeto a ser desenvolvido (p. ex., um vídeo, filme ou jogo) (Burton, 2019). É elaborado tendo por base um conjunto de desenhos sequenciais que serve de guião do projeto, e onde, se encontram também, as notas do que se pretende que venha a acontecer (Hart, 2007). O registo da sua utilização nos tempos modernos, com este objetivo, remonta aos anos de 1930, pelos estúdios de Walt Disney (Miller, 2005).

O *storyboard* pode ser concretizado de duas formas: (a) linearmente - para auxiliar a criação de filmes, vídeos, animações - como linha de tempo, - como representado na Figura 1.2; (b) de forma não linear, o qual não segue uma ordem pré-determinada, sendo aplicado no desenho de *Graphical User Interfaces* (GUI) para jogos e outros produtos digitais (Figura 1.3).

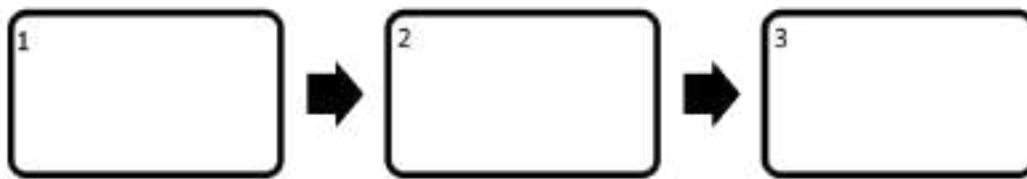


FIGURA 1.2: *Storyboard* Linear

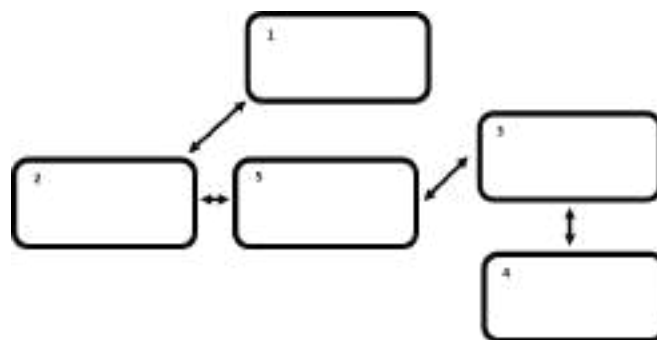


FIGURA 1.3: *Storyboard* Não Linear

#### 1.3.2 Características do Storyboard

O *storyboard* é uma ferramenta na pré-produção de projetos multimídia. Através do conjunto de imagens, as ideias e os requisitos ganham forma e podem ser explicadas aos utilizadores, antecipando problemas durante a execução do projeto, resultantes de um deficiente levantamento dos requisitos da solução. Segundo Jew (2013) o *storyboard* apresenta vantagens, nomeadamente:

- **Organização de ideias** - ao criar um *storyboard* as ideias são colocadas de forma visual, o que permite ter a perceção do que é ou não importante no projeto (Figura 1.4A).
- **Planeamento** - com a sua criação evidenciam-se os detalhes mais importantes do projeto (Figura 1.4B).
- **Comunicação de ideias** - transmitir a ideia por palavras pode não ser tão perceptível, pelo que, a ajuda visual do *storyboard* simplifica a comunicação (Figura 1.4C).
- **Simplificação de tarefas** - com um *storyboard*, realçam-se os pormenores importantes do projeto, evitando a perda de tempo devida a erros que provenham de levantamento de requisitos deficiente (Figura 1.4D).

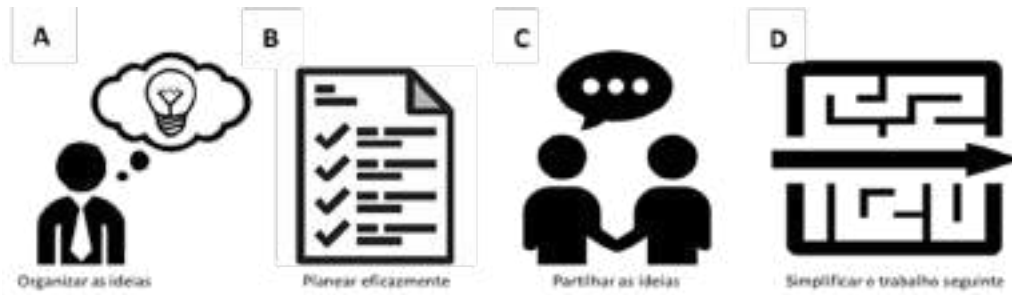


FIGURA 1.4: Vantagens do *Storyboard*

O *storyboard* não é apenas utilizado para facilitar a execução de um projeto de *software* gráfico ou vídeo, podendo ser utilizado de formas muito diferentes, como por exemplo:

- **Pesquisa e Testes de uso**, isto é, utilizado como forma de interação entre utilizadores e uma aplicação ou site. Possui a vantagem de ser visual, facilitando o processo de aprendizagem. Estes *storyboards*, para testes experimentais devem conter notas e imagens relativas ao conteúdo ilustrado (Mou *et al.*, 2013).
- **Enriquecer os mapas de viagem**, com a adição de imagens em pontos importantes. É uma forma de atrair quem o lê (Pongnumkul *et al.*, 2008).
- **Estabelecer prioridades**, o uso de imagens pode ser uma forma de auxílio para o utilizador. Desta forma, ele saberá onde deve dar mais prioridade, para atingir os seus objetivos (Medicine *et al.*, 2015).
- **Idealizar**, permite desta forma imaginar um projeto antes de o executar, fazendo parte do planeamento (Haesen *et al.*, 2010).

### 1.3.3 Métodos

Para a realização deste artefacto efectuou-se a análise de vários métodos de construção de *storyboard* – *Beat Boards*, *Shooting Boards*, *Live Action Boards*, *Feature Animation Boards*, *TV Animation Board*, *VideoGame Storyboard*, *Advertising Storyboard* identificados em Jew (2013). Pretende-se que o desenho a construir obedeça a um conjunto de características – que represente o **projeto final**, que apresente uma **descrição pormenorizada** do que vai acontecer e que possua **setas que descrevam os movimentos das personagens**, e por último, que seja **produzido antes da construção da solução final**, o que se reveste de grande importância na prevenção de erros futuros.

Todos os métodos apresentados possuem formas de construção muito semelhantes, no entanto utilizam técnicas distintas para o desenvolvimento do artefacto. De forma a decidir-se qual o mais indicado, efetuou-se um estudo de comparação de cada método, onde são avaliados os parâmetros referidos anteriormente através de um sistema de pontuação (0 - Nenhum a 5 - Completo) (Tabela 1.4).



TABELA 1.4: Comparação entre vários métodos de construção de *storyboard*

Critérios de Análise	<i>Beat Boards</i>	<i>Shooting Boards</i>	<i>Live Action Boards</i>	<i>Feature Animation Boards</i>	<i>TV Animation Board</i>	<i>VideoGame Storyboard</i>	<i>Advertising Storyboard</i>
Representa o projeto final	1	3	5	5	3	5	5
Descrição pormenorizada	3	5	5	3	3	5	3
Uso de setas para descrição de movimentos	3	0	0	1	3	5	5
<i>Storyboard</i> produzido antes da construção da solução	5	5	5	0	5	5	5
Pontuação Final	12	13	15	9	14	20	18

Sistema de Pontuação: Grau de Cobertura 0 - Nenhum; 1 - Insuficiente; 2 - Razoável; 3 - Bom; 4 - Muito Bom; 5 - Completo.

Face aos resultados obtidos da Tabela 1.4 verificou-se que o método de construção de *storyboard* que mais se adequava ao cumprimento dos objetivos do projeto desta dissertação era o *VideoGame Storyboard*. Este é concebido antes da realização do projeto final (5) e representa-o na totalidade (5), possuindo uma descrição pormenorizada daquilo que se pretende transmitir (5). Os movimentos das personagens são identificados através de setas (5), facilitando a compreensão de quem o visualiza pois, possui apenas informação essencial.

## 1.4 Síntese

Levantados os requisitos pretendidos para a construção da solução e realizada a análise de vários métodos e tecnologias, é possível escolher quais são aqueles que possuem as melhores características para a solução pretendida nesta dissertação, respondendo desta forma à QD1 e QD2.

QD1 - Quais os métodos adequados para criar ambientes sintéticos?

Para a elaboração de uma solução envolvendo ambientes sintéticos, verificou-se a possibilidade de optar por diversos métodos. O levantamento inicial de requisitos, auxiliou as escolhas a efetuar, pois, através da análise de vários métodos foi possível selecionar quais aqueles que mais se adaptavam à solução a desenvolver. Assim, verificou-se que para a gamificação, o método DT e *Octalysis* eram essenciais, pelo facto de se complementarem um ao outro. O DT numa fase inicial para gerar ideias e seleccioná-las e o *Octalysis* na fase de aplicação da gamificação.

Nos motores de jogo, averiguou-se que para um iniciante, o *Unity* era aquele que reunia as melhores características, pelo facto de conseguir desempenhar todas as funções necessárias para o desenvolvimento de um ambiente sintético, adicionando-lhe a variedade de espólio disponível - elemento essencial para auxiliar a construção - e a simplicidade da linguagem de programação - C#.

Por fim, verificou-se que na existência de várias metodologias para construir um *storyboard*, aquele que reunia as melhores características para o desenho de uma plataforma de ensino era o *VideoGame Storyboard*.

QD2 - Qual a tecnologia a usar para implementar ambientes sintéticos?

Nesse intuito, a Realidade Virtual, segundo a análise realizada é a tecnologia adequada para implementar ambientes sintéticos, pois, apesar de possuir as restantes características em semelhança com as outras tecnologias analisadas, é a única que permite a criação de um ambiente totalmente virtual - requisito necessário para a construção da solução.

# Capítulo 2

## Gestão de Desastres

Neste capítulo são abordados diversos conceitos da Gestão de Desastres com o intuito de fazer o levantamento de requisitos e procedimentos a incorporar na solução a desenvolver.

O presente capítulo é constituído por cinco seções. Nas primeiras duas seções, é realizado um **enquadramento** do tema e uma demonstração geral de **conceitos e terminologias** importantes para o desenvolvimento desta dissertação. Posteriormente, são abordados a **classificação de desastres** e o **processo da gestão de desastres**, pois só assim, é perceptível o funcionamento de uma organização num cenário de desastre. Por fim, é abordada a **condução de operações de desastre**, tanto a nível internacional como nacional, dando ênfase à atuação e treino da Marinha nestas situações para posteriormente, definir quais os procedimentos a utilizar na solução a desenvolver.

### 2.1 Enquadramento

O ano 2020 fica marcado por um desastre natural biológico, uma pandemia, causada pelo vírus COVID-19. Pode ser considerado desastre porque vai de acordo com os seguintes critérios: morte de 10 ou mais pessoas; serem afetadas cem ou mais pessoas; ter sido declarado o estado de emergência; ou o país afetado ter emitido um pedido de assistência internacional (Wirtz & Below, 2009). Este ano já foram observados todos estes critérios.

A Gestão de Desastres reúne todas as atividades de Comando e Controlo (C2), resultantes de catástrofe naturais, tecnológicas e ataques terroristas, necessitando de assistência humanitária e da coordenação entre civis e militares. É assim, bastante complexa pelo facto de envolver a interação e o bom funcionamento de diversos setores (ajuda humanitária, segurança, boa governação, desenvolvimento económico, poder de lei.) (Simões Marques & Nunes, 2012). O apoio humanitário deve ser totalmente imparcial e neutro, respeitando qualquer raça, etnia, género, religião, estatuto social, nacionalidade e filiação política (UN, 2018).

As Forças Armadas (FFAA) executam missões de interesse público, dando apoio ao Serviço Nacional de Proteção Civil, por forma a garantir a segurança e qualidade de vida dos portugueses. Estas missões englobam apoio à satisfação das

necessidades básicas, busca e salvamento, proteção do ambiente, defesa do patrimônio, prevenção de incêndios, entre outras (Figura 2.1). A participação das FFAA encontra-se vertida no Conceito Estratégico de Defesa Nacional Resolução de Conselho de Ministros n.º19/2013 de 5 de abril de 2013 .

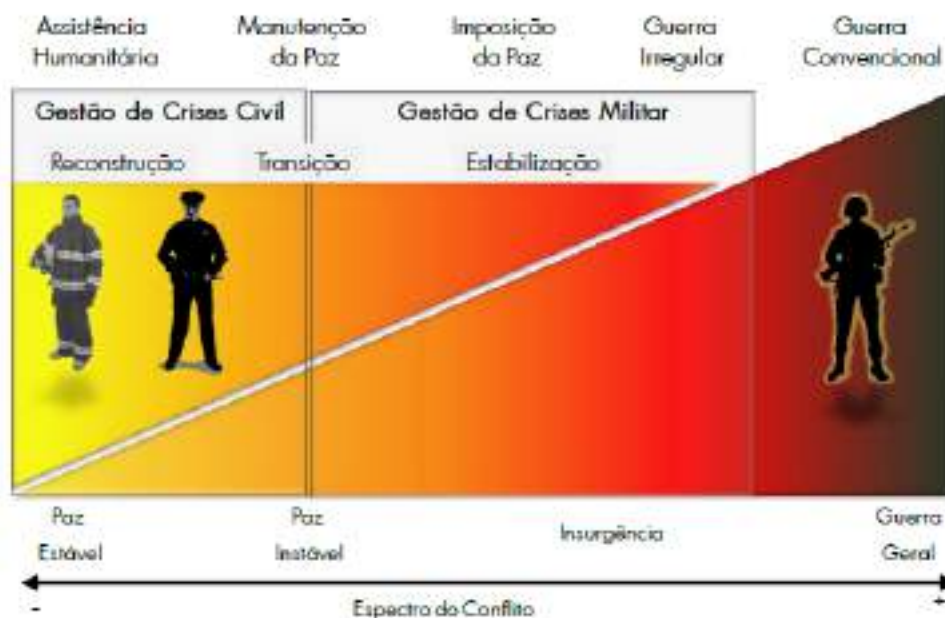


FIGURA 2.1: As operações de resposta à crise e o espectro do conflito.

Fonte: Adaptado de Simões Marques e Nunes (2012).

De maneira a consciencializar todos os participantes, e por forma a garantir o sucesso da missão atribuída, a partilha de informação é um dos fatores mais importantes, pois, facilita a identificação de medidas necessárias a tomar (Simões Marques & Nunes, 2012). Para isto, é necessário desenvolver um panorama operacional padrão. Segundo Jakobsen (2008) o panorama operacional deve respeitar os seguintes requisitos:

1. Compreensão partilhada dos problemas enfrentados e objetivos a atingir;
2. Doutrina e procedimentos institucionais para formulação de objetivos e estratégias comuns;
3. Cooperação e compreensão mútua, para facilitar a forma de pensar e agir;
4. Recursos adequados para conseguir implementar o conceito no terreno.

A realização deste capítulo irá basear-se na doutrina da *International Search and Rescue Advisory Group* (INSARAG), visto que é onde as autoridades nacionais se apoiam.

## 2.2 Conceitos e Terminologia

De modo a existir um conhecimento comum de termos e conceitos para a assistência de cenários de catástrofe, a *The United Nations International Strategy for Disaster Reduction* (UNISDR) publicou um manual, de forma a auxiliar na Gestão de Emergências de um país (UNISDR, 2009). De seguida, irão ser referidos e explicados os conceitos mais utilizados nesta dissertação.

Um **desastre** é caracterizado como uma grave perturbação no funcionamento da comunidade, acarretando perdas de vida humana, impactos ao nível material, económico e ambiental, acabando por impossibilitar a sociedade de lidar com a catástrofe usando os seus próprios recursos. Este pode ser descrito como o resultado de uma exposição a um perigo com medidas insuficientes para reduzir as potenciais consequências negativas. Disto, pode resultar uma **crise humanitária** - situação em que a saúde, a vida e o bem-estar das pessoas estão em perigo como consequência da interrupção da sua rotina diária e acesso a bens e serviços básicos -, podendo escalar até **emergência complexa**, caso seja uma crise caracterizada por violência extensa e perdas de vida humana, movimentos forçados de populações, danos generalizados na sociedade e na economia e episódios de entrave à ajuda humanitária, devido a risco de segurança e restrições políticas e militares. Para reduzir os riscos de desastres, várias entidades do país possuem a incumbência de coordenação e orientação política (**plataforma nacional para a redução do risco de catástrofes**), existindo juntamente uma organização responsável pela **gestão de desastres**. Esta realiza a gestão de recursos e responsabilidades para lidar com todos os aspetos de desastre (preparação, resposta e recuperação).

Cada país possui um **risco aceitável**, onde é calculado o nível de perdas que uma sociedade ou comunidade considera aceitável, a nível social, económico, político, cultural, técnico e ambiental, usando estes dados para definir a nível estrutural e não estrutural as medidas necessárias para reduzir possíveis danos na sociedade. As **medidas estruturais** são qualquer construção física cujo objetivo é reduzir ou evitar os impactos dos perigos - aplicação de técnicas de engenharia para garantir resistência de edifícios -, respeitando os **códigos de construção** (regras ou regulamentos de padrões destinados à construção, de maneira a garantir o bem-estar e segurança humana) e as **não estruturais** são todas aquelas que não envolvam construção física - as políticas, leis, conscientização pública, treino e educação. Desta forma, uma sociedade vai desenvolvendo **capacidades**, permitindo atingir objetivos sociais, económicos e algumas habilidades, facilitando o próximo combate a um desastre.

## 2.3 Classificação de Desastres

Segundo Mladan e Cvetkovic (2013), aplicando o método histórico-comparativo e a análise do conteúdo para classificar desastres é necessário identificar os critérios de divisão e ter em conta os seguintes fatores:

- Critérios de classificação atualizados;

- Comparação desses critérios, e se possível compará-los ao historial da zona;

Por outro lado, (Quarentelli *et al.*, 2016) defende que a classificação entre os diversos cenários de desastre encontra-se relacionado com a intensidade do desastre e a capacidade que a sociedade tem para combater este incidente, classificando-os da seguinte forma:

**Crise** - as capacidades necessárias excedem os recursos necessários;

**Emergência** - as capacidades necessárias excedem os recursos necessários em certas medidas;

**Desastres** - os recursos necessários excedem as capacidades necessárias;

**Um grande desastre** - os recursos necessários superam na totalidade as capacidades necessárias.

Após considerada como situação de desastre é necessário obter a sua classificação (OCHA, 2018), podendo esta ser um desastre natural, tecnológico ou um ataque terrorista, conforme a tabela seguinte (Tabela 2.1).

TABELA 2.1: Exemplos de Classificação de Situações de Desastre.  
Fonte: Adaptado de Simões Marques e Nunes (2012).

Desastres Naturais	Biológicos	Epidemias
	Geofísicos	Tremores de Terra
	Hidrológicos	Inundações
	Meteorológicos	Furacões
	Climatológicos	Vagas de Calor
Desastres Tecnológicos	Desastres Antrópicos não Intencionais	Falhas em centrais nucleares
		Acidentes industriais graves
Ataques Terroristas	Desastres Antrópicos Intencionais	Ataques Químicos
		Bombas
		Armas Nucleares
		Armas Radiológicas

Apesar de não haver uma terminologia comum aos diversos países e existir dificuldade na classificação dos desastres, o *Centre for Research on The Epidemiology of Disaster* (CRED) e associações de diversos países definiram uma terminologia comum a partir de base de dados operacionais (Wirtz & Below, 2009). O estado de desastre é classificado, tendo em conta os efeitos primários e secundários do desastre, em dois grupos genéricos - desastres naturais e tecnológicos - níveis no

topo da hierarquia, sendo estas compreendidas por três subníveis: subgrupo, tipo e subtipo.

Como exemplo, o Desastre Natural, que compreende os grupos da Tabela 2.1, tem os diversos tipos e subtipos apresentados na Tabela 2.2.

TABELA 2.2: Extrato da Classificação de Situações de Desastre segundo CRED.

Fonte: Adaptado de Wirtz e Below (2009).

Grupo Genérico	SubGrupo	Tipo	SubTipo
Desastre Natural	Biológico	Epidemia	Doenças Infeciosas Virais
			Doenças Infeciosas Bacterianas
		Infestação de insetos	Gafanhotos
		Debandadas de Animais	

A nível nacional, a Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) tipifica os desastres usando a classificação internacional. No entanto, o plano nacional para combate a catástrofes usa uma hierarquia baseada no grau de risco. É dada relevância aos incêndios florestais, visto que, é o desastre que ocorre com maior frequência no país. As ameaças Nucleares Radiológicas Biológicas e Químicas (NRBQ) fecham a classificação.

### Características Populacionais para Resistência a Desastre

Segundo a UN (2018), a gravidade das consequências humanitárias que advém de uma catástrofe depende da vulnerabilidade e da capacidade que uma população tem para enfrentar este desastre. Um desastre natural pode não se tornar uma crise humanitária se a população afetada for resiliente e a resposta ao problema for imediata.

Para a *United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs* (UNOCHA) uma população para conseguir resistir mais eficazmente a uma catástrofe deve possuir:

**Preparação** - o governo, as organizações e a comunidade devem desenvolver conhecimentos e capacidades para antecipar, responder e recuperar eficazmente dos impactos de eventos de perigo prováveis, iminentes ou atuais ou condições.

**Resiliência** - a capacidade de resistir, absorver e recuperar dos efeitos do perigo de maneira oportuna e eficiente, inclusive através da preservação e restauração de estruturas e funções básicas essenciais que uma população afetada necessita.

**Capacidade de enfrentar** - capacidade que as pessoas, organizações e sistemas, usando as habilidades e recursos disponíveis possuem para enfrentar e gerir as emergências ou desastres.

## 2.4 Processo de Gestão de Emergências

A Gestão de Desastres baseia-se num modelo que a *Federal Emergency Management Agency* (FEMA), dos EUA, descreveu (FEMA, 2020), considerando quatro fases (Mitigação, Preparação, Resposta e Recuperação), ilustradas na Figura 2.2.



FIGURA 2.2: Fases da Gestão de Emergência.  
Fonte: Adaptado de FEMA.

Estas fases são caracterizadas segundo Simões Marques e Nunes (2012), Wirtz e Below (2009) como:

**Mitigação** - fase onde são implementadas estratégias com o objetivo de minimizar ou limitar as consequências dos desastres (esta fase pode pertencer ao processo de recuperação, caso seja aplicada após o incidente). São exemplos de ações a desenvolver nesta fase: Respeitar os Códigos de Construção, Ações de sensibilização, etc.

**Preparação** - fase que envolve um ciclo contínuo de planeamento e treino e formação, transmitindo conhecimento à sociedade. Aqui, são compreendidas todas as ações a implementar antes da ocorrência de um evento, de maneira a que a resposta, a assistência e a recuperação seja adequada face aos impactos que esta



provocará, sendo facilitadas as operações de resposta e recuperação. Exemplos: Formação e Treino, Obtenção de meios e recursos, etc.

**Resposta** - fase que ocorre imediatamente após o desastre e que envolve a mobilização de serviços de emergência, sejam eles os bombeiros ou a polícia, com o objetivo de garantir a segurança pública como também, as necessidades básicas da população.

**Recuperação** - fase em que são executadas ações de modo a recuperar a área afetada, podendo esta incluir a reconstrução de edifícios, a reparação das infraestruturas e a criação de emprego, por forma a reduzir o risco de desastres futuros.

Concluindo, a Gestão de Desastres deve possuir características como as que a seguir se enunciam: ser **abrangente**, de forma a ter em conta os riscos que poderão advir de um desastre; ser **progressiva**, para antecipar situações futuras e adotar medidas de prevenção; ser **integradora**, para assegurar que todos os elementos governamentais e não governamentais garantam a unidade de esforço, permitindo assim, estabelecer uma colaboração mais ampla e facilitar posteriormente a coordenação de equipas; ser **flexível**, através de abordagens inovadoras e criativas para resolução do problema (Wirtz & Below, 2009). Deste modo, consegue-se intensificar a colaboração entre as diversas entidades envolvidas nestes cenários, facilitando o modo de atuação no terreno.

## 2.5 Condução de Operações de Desastre

A UNOCHA é a entidade responsável por coordenar a resposta de um desastre global, com o objetivo de salvar e proteger a vida humana. Esta opera através de uma rede, apoiando os Estados Membros e as Equipas Humanitárias Nacionais na execução do seu trabalho de forma a torná-lo mais eficaz (OCHA, 2018).

Caso um país afetado solicite, através do Coordenador Residente (RC) da ONU, é possível enviar uma equipa *United Nations Disaster Assessment and Coordination* (UNDAC) para o país afetado. Esta equipa no terreno equivale a um Posto de Comando Operacional e possui a responsabilidade de auxiliar as autoridades locais na parte da coordenação e resposta, avaliar as prioridades e realizar a gestão de informação e equipas *Urban Search and Rescue* (USAR).

O UNOCHA com o auxílio da *International Search and Rescue Advisory Group* (INSARAG) definiu também, através de um documento (OCHA, 2018), o ciclo de resposta internacional das equipas UNDAC, por forma, a facilitar a integração das equipas no terreno face às suas tarefas. O ciclo compreende diversas fases. (Figura 2.3):



FIGURA 2.3: Ciclo de Respostas Internacionais da Equipe UNDAC.

Fonte: Adaptado de OCHA (2018).

**Pré Missão** - os membros da equipa devem manter um nível de prontidão elevado. Cada membro possui um conjunto de requisitos necessários ao cumprimento da missão, desde a validade dos documentos da viagem, preparação física e psicológica (Preparação). Após a ocorrência de uma catástrofe ou após um aviso prévio de que poderá ser necessário o auxílio de uma equipa da UNDAC, estas aprontam a sua deslocação para o país afetado (Mobilização). Depois de se conhecer a constituição da equipa, o líder desta tem a responsabilidade de elaborar um plano com os objetivos da missão, as estratégias e as comunicações (Plano de Ação). Posteriormente, este plano é comunicado aos restantes membros do grupo de forma presencial ou virtual.

**Operação** - esta fase compreende o momento em que a equipa chega ao local da operação: o Centro de Receção/ Partida (Chegada), consolidando-se o plano de ação com as autoridades locais (Plano de Ação Final). Realizam-se as primeiras ações no terreno, sendo estabelecidas comunicações com os restantes membros e executada a missão (Execução). Por fim, é realizada uma última análise e ajustado o plano de ação, caso seja necessário (Consolidação).

**Pós missão** - a decisão de pôr fim à missão da equipa UNDAC é tomada pelo OCHA juntamente com o RC, sempre com a opinião das equipas do terreno (Desmobilização). Quando se dá a desmobilização das equipas é realizado um *debriefing*, onde são revistos todos os planos da missão, os aspetos positivos da mesma. Além disso, são definidas recomendações futuras para uma melhor preparação, como também, uma lista de lições aprendidas.

### 2.5.1 Organização

Em situações de Assistência Humanitária é necessário possuir uma estrutura hierárquica bem definida, com linhas de comando, controlo e comunicações claras. Desta forma, os intervenientes têm conhecimento das suas funções, o que assegura a eficácia do desempenho das tarefas.

Os níveis de interação entre as diversas entidades envolvidas nestas missões classificam-se em (Simões Marques & Nunes, 2012; UN, 2018):

- **Estratégico** - onde são incluídas orientações políticas ou nacionais centrando-se em questões globais ou regionais a longo prazo (reconstrução, estabilização do país e desenvolvimento económico).
- **Operacional** - foca-se no planeamento e suporte de ações imediatas a curto prazo (infraestruturas de saúde, alimentação, abrigo de deslocados, programas de segurança, etc.).
- **Tático** - encontra-se relacionado com as tarefas no local, em apoio aos residentes afetados, incluindo operações de segurança, gestão e atribuição de projetos, reconhecimento civil ou apoio de serviços básicos de saúde.

Qualquer país deve estar organizado segundo as medidas propostas pela INSARAG para respostas a desastres, colocando na liderança nacional uma Autoridade Local para Gestão de Emergências (LEMA), responsável pelo comando geral e gestão das operações de resposta. Esta tem a incumbência de recolher, reunir e analisar informação que facilite o processo de tomada de decisão, podendo ser auxiliada por uma equipa UNDAC.

Em situação de desastre é também criado o *On- Site Operations Coordination Centre* (OSOCC) nomenclatura usada para designar o centro de coordenação das equipas internacionais, sendo um apoio essencial para a LEMA, como também uma *Reception and Departure Centre* (RDC), para controlar a entrada das entidades internacionais no país (USAR, UNDAC) e direcioná-las para as zonas afetadas.

### 2.5.2 Equipas

Por forma a garantir os padrões de prontidão e padronização das equipas USAR destacadas nos cenários de emergência nacionais e internacionais, a INSARAG desenvolveu uma metodologia que proporciona treino, procedimentos e estruturas. Visto que, a busca e salvamento urbano é uma assistência de elevada complexidade, iniciada normalmente de forma repentina em áreas urbanas (deslizamento de terras, inundações, terremotos, colapso de edifícios, etc.), é necessário que a USAR respeite o período denominado “Janela de Resgate”, pois é aqui que se encontra a oportunidade do salvamento ser eficaz.

Desta forma, o INSARAG identificou três níveis de classificação para as equipas USAR:

**Ligeiras** - possuem capacidades operacionais básicas em termos de conhecimentos, competências e equipamentos de resgate. No entanto, não compreendem

as cinco componentes da busca e salvamento, embora tenham competência para realizar o reconhecimento, identificação e isolamento de perigos na área, busca e salvamento de superfície, realizar atendimento médico básico e remover as vítimas do local, como também auxiliar as equipas internacionais a integrarem-se no local. Estas equipas não são contempladas pelo processo de classificação do INSARAG, devido às suas limitações, acabando por não ser utilizadas a nível internacional.

**Médias** - compreendem as cinco componentes - Gestão, Logística, Busca, Resgate e Medicina - tendo a capacidade de realizar operações de busca e salvamento complexas, como por exemplo o resgate de pessoas em estruturas colapsadas. Estas equipas estão habilitadas para realizar operações de montagem, distinguindo-se das equipas Pesadas (referidas de seguida), porque apenas possuem capacidade de trabalhar num único local, podendo esta operação demorar entre um a sete dias. Possuem também, aptidão para tratar clinicamente os membros da equipa, os cães de busca e as vítimas do acidente caso necessário, sendo que esta última necessita de autorização do governo do país afetado.

**Pesadas** - possuem as mesmas componentes que as equipas médias, apenas se distinguem pela capacidade de trabalhar em dois locais em simultâneo face à mão de obra e equipamento presente. Estas tarefas duram mais que 24 horas podendo ir até aos dez dias, sendo crucial a existência de pessoal e logística suficiente para abastecer os dois locais, capacidade técnica para cortar aço estrutural, como também a aptidão de tratar clinicamente os membros da equipa, incluindo os cães de busca e as vítimas do desastre caso autorizado pelo governo local.

### Componentes e os seus constituintes

Segundo a INSARAG, uma equipa USAR deve evoluir em etapas, por forma a diminuir as perdas de aprendizagem durante o processo. Uma equipa USAR nova, não deve iniciar as suas missões desempenhando funções de USAR média ou pesada.

A metodologia INSARAG exige que uma equipa USAR seja primeiro certificada pelo governo nacional antes de sua projeção no exterior. Desta forma, o país irá desenvolver uma estrutura nacional eficaz e escalonada, ou seja, após a ocorrência de um desastre atuam as autoridades locais com os recursos próprios, posteriormente a de países vizinhos através do auxílio regional e por fim, é pedido a assistência humanitária, quando envolve tarefas especializadas.

De acordo com a INSARAG a USAR deve possuir os seguintes componentes e constituintes:

**Gestão** - função com a responsabilidade de Comando e Controlo de todas as atividades, com a incumbência de coordenar, planejar, avaliar e garantir a segurança de todos os participantes.

**Logística** - esta componente apoia e sustenta a equipa USAR em todos os aspetos do ciclo de resposta, incluindo a distribuição de alimentos e água, garantindo transporte e comunicações aos membros USAR.

**Busca** - compreende todos os meios de busca utilizados para a localização de pessoas presas em consequência de um desastre.

**Resgate** – compreende todas as ações que envolvam a extração e a evacuação de pessoas num local, a partir da utilização de técnicas específicas (corte, escoramentos, etc.).

**Médica** - componente responsável pelo atendimento de emergência e bem-estar dos membros da equipa USAR, cães de busca e salvamento e vítimas (caso a autoridade local dê autorização).

TABELA 2.3: Elementos pertencentes às componentes USAR.

Fonte: Adaptado de INSARAG (2012).

Componentes USAR	Elementos
Gestão	Oficial de Planeamento
	Oficial de Operações
	Engenheiro de infraestruturas
	Especialista de equipamentos
	Oficial de Ligação
	Oficial de Segurança
Logística	Gestor
	Especialista de comunicações
	Transportador de mercadoria
	Responsável pelo reabastecimento
Busca	Especialista em buscas
	Cães de busca e salvamento
	Especialista em materiais perigosos
Resgate	Chefe da equipa de resgate
	Técnicos de resgate
	Técnico de aparelhos de força
Médica	Médicos
	Paramédicos/ Enfermeiros

### 2.5.3 Forças Armadas nos Desastres

A organização das Forças Armadas (FFAA) é semelhante em todos os países (UN, 2018). Esta possui linhas de comando, controlo e comunicações claras.

A atividade militar divide-se hierarquicamente em estratégica, operacional e tática. Ao nível estratégico envolve ordens políticas, ao nível operacional é onde a missão é planeada e sustentada, e o nível tático é quem coloca a missão em prática.

Quando solicitado, as missões humanitárias são auxiliadas pelos três ramos das FFAA que integram as equipas humanitárias. Segundo a OCHA (2018) as suas definições são:

**Marinha** - é a componente naval encarregue de manter a segurança das águas territoriais, vias marítimas, linhas de comunicação marítimas, combate à pirataria e missões de transporte/logística. Além dos meios navais, a Marinha possui os Fuzileiros, empregues para realizar missões de alto risco, com mobilidade por mar, terra e ar. Em resposta a desastres naturais a marinha é um elemento essencial, podendo ativar meios aéreos.

**Exército** - é a componente terrestre encarregue de garantir a segurança de certas áreas geográficas. Ao possuir maior serviço ao nível do pessoal e equipamento, possui maior probabilidade de participar em missões humanitárias, podendo estas ser, operações de manutenção de paz, desastres naturais e emergência complexas.

**Força Aérea** - é a componente aérea que garante vantagens a nível estratégico e tático aos outros elementos. Esta participa em resposta a desastres naturais, missões de manutenção de paz e emergências complexas.

Normalmente as FFAA não possuem na sua formação treino no âmbito da assistência humanitária, visto que, são as entidades civis que o realizam. Quando chamados para desempenhar missões humanitárias, a missão das FFAA prende-se em garantir a segurança do meio envolvente, como também, são aproveitadas as capacidades de transporte e logística.

O uso das FFAA é decisão do RC aconselhado pelo oficial coordenador do país que veio auxiliar.

### **Marinha Portuguesa**

Em situações de desastre, a Marinha possui capacidade de prestar apoio a países afetados através do mar. Desde 2014 integra uma Força de Reação Imediata com o intuito de resposta a missões de crise e catástrofe.

Segundo o Decreto-Lei n.º 185/2014 de 29 de dezembro incube à Marinha Portuguesa:

- Participar nas missões militares internacionais necessárias para assegurar os compromissos internacionais do Estado no âmbito militar, incluindo missões humanitárias e de paz assumidas pelas organizações internacionais de que Portugal faça parte;
- Colaborar em missões de proteção civil e em tarefas relacionadas com a satisfação das necessidades básicas e a melhoria da qualidade de vida das populações.

Alguns exemplos de missões de resposta a crise realizadas pela Marinha, incluem:

- Erupção Vulcânica na Ilha do Fogo, em Cabo Verde no ano de 2014, na qual foi enviada a fragata Álvares Cabral para prestar apoio médico-sanitário e para distribuição de alimentação. Foi também empregue um helicóptero Lynx na monitorização da atividade vulcânica e recolha de imagens (MP, 2014);
- Nos Incêndios em Pedrógão Grande em 2017, onde foram enviados mais de 240 militares e 23 viaturas, principalmente para desempenhar ações de vigilância, pós-rescaldo, reconhecimento, apoio alimentar e apoio médico sanitário (MP, 2017);
- A passagem do Furacão Lorenzo na Ilha das Flores em 2019, em que a Marinha prestou auxílio à proteção civil, onde garantiu o abastecimento de bens de primeira necessidade e combustível à população (EMGFA, 2019b);
- A passagem do Ciclone Idai, em Moçambique no ano de 2019, na qual foram enviados Fuzileiros da Marinha para prestar auxílio e realizar operações de resgate (EMGFA, 2019a).

### **DISTEX**

Para a Marinha garantir os padrões de auxílio e apoio a populações afetadas, às guarnições de navios é ministrado treino no âmbito da Assistência Humanitária através do *Disaster Relief Exercise* (DISTEX).

Este é um exercício realizado na Escola de Tecnologias Navais (ETNA), que oferece treino à guarnição dos navios, tendo em conta a organização específica de cada classe. Desta forma, permite que a unidade em treino encare uma missão real, adaptada às suas capacidades, com o intuito de melhorar a sua eficácia e eficiência no âmbito da Assistência Humanitária em situações de emergência.

Este exercício consiste na simulação de uma vila afetada por uma catástrofe - Vila D'Ela. Nesse âmbito, guarnições de navios da Marinha treinam métodos de busca e salvamento urbano (USAR), reforços estruturais a edifícios, combate a incêndios, auxílio a população, praticando por parte das equipas médicas o suporte básico de vida (SBV) e Medicina de Catástrofe. Além disso, permite treinar a remoção de sinistrados dos escombros, instalação de um hospital de campanha, alojamento da população sinistrada, recuperação de estradas, recuperação de circuitos elétricos e de água, descontaminação biológica e química e contactos com a imprensa (Nunes da Silva, 2011).

O exercício é planeado de forma a que todos os elementos da guarnição tenham tarefas específicas. Antes da guarnição começar a desempenhar as suas funções, é definido um plano de ação.

Elaborado o plano, é implementada uma organização, onde cada conjunto de elementos da guarnição tem uma missão e responsabilidades atribuídas, como representado na Tabela 2.4.

TABELA 2.4: Atores DISTEX

Atores	Missão	Tarefa
Posto de Comando a Bordo (PCB)	Fornecer informação ao Comandante para auxiliar a tomada de decisão	Construir panorama geral da situação, com prioridades do PCT, avaliando as necessidades de reforço e apoio logístico
	C2 das unidades e meios orgânicos	Colaborar com entidades externas
Posto de Comando em Terra (PCT)	Fornecer informação ao Imediato para auxiliar a tomada de decisão	Construir um panorama geral das vítimas e gerir as equipas
	C2 das equipas no terreno	Coordenar resposta com entidades em apoio
Equipa de Reconhecimento (RECON)	Fornecer informação ao PCT para auxiliar a tomada de decisão em relação aos meios empenhados	Recolher informação
		Triar expeditamente as vítimas
		Identificar perigos existentes, áreas de maior concentração, ações necessárias a tomar, recursos disponíveis
		Confirmar o panorama elaborado pela PCT
		Integrar equipas SAR após reconhecimento
Equipa de Relações Públicas	Gerir a relação com os Órgão da Comunicação Social (OCS)	Propor estratégia de comunicação
		Aconselhar sobre segurança
		Preparar e acompanhar as entrevistas
Equipa de Logística	Garantir a projeção e sustentação adequada das equipas	Organizar o material
		Criar célula logística para controlo e distribuição de material
		Estabelecer e controlar pontos de acesso
		Coordenar com meios externos evacuações médicas, meios de transporte e apoio diferenciado
		Fornecer alimentação, água e agasalho à população afetada e equipas
Equipa SAR (Socorristas, técnicos para escoramentos urbanos)	Abordar e encaminhar as vítimas	Triar as vítimas
		Resgatar as vítimas
		Executar primeiros socorros
Centro de Controlo de Feridos e Evacuados	Auxiliar as vítimas na vertente médica e social	Triar as vítimas
		Assistência médica
		Estabelecer prioridades de evacuação
		Acompanhar vítimas estáveis
		Auxiliar PCT na construção do panorama geral das vítimas
Equipas técnicas	Apoiar tecnicamente as equipas, recuperando edifícios e identificando perigos	Reparar problemas mecânicos, elétricos, trabalhos a quente
		Controlar derrames
		Combater incêndios



Estabelecida a organização, são seguidas as linhas de ação representadas na Figura 2.4, de maneira a garantir que haja harmonia entre todas as organizações que participam na missão. Nos exercícios DISTEX são estabelecidas as linhas de ação de acordo com o estabelecido pela INSARAG.

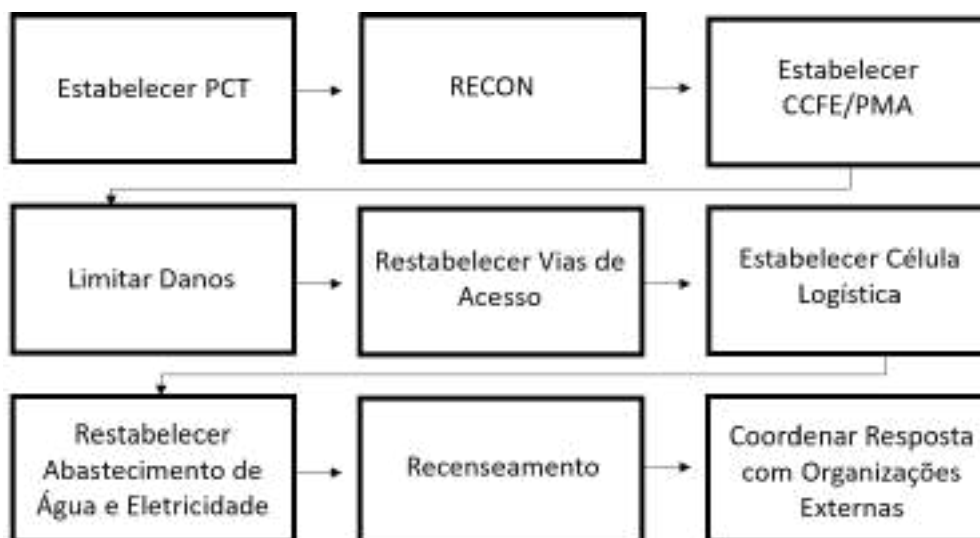


FIGURA 2.4: Linhas de Ação para Assistência Humanitária.

Fonte: Adaptado de INSARAG (2012).

A linha de ação inicia no Posto de Comando em Terra (PCT) onde é assegurado o C2 (Comando e Controlo) das equipas no terreno e a ligação com o Posto de Comando a Bordo. Seguidamente, faz-se o reconhecimento da área e estabelecem-se prioridades, tanto operacionais como médicas, por forma, a estabelecer o mais rápido possível o Centro de Controlo de Feridos e Evacuados (CCFE) e o Posto Médico Avançado (PMA) para socorrer e acolher as vítimas.

Posteriormente, são limitados os danos no local pelas equipas técnicas - responsáveis pela recuperação de edifícios - e estabelecida a célula logística que tem a responsabilidade de recuperar as vias de acesso e proporcionar conforto e alimentação tanto à população como às equipas. De seguida, são reestabelecidos os abastecimentos de água e eletricidade para assegurar as infraestruturas. Por fim, determina-se o número de habitantes e o seu género (Recenseamento) e coordena-se a resposta com organizações externas.

Das diferentes equipas de resposta previstas na organização foi dada prioridade ao desenvolvimento da plataforma RV para apoiar equipas USAR, pois o pretendido era proporcionar a melhoria de competências no âmbito do salvamento urbano - método treinado apenas em exercícios DISTEX.

Assim, em resposta à QD3 - Que procedimentos treinar num ambiente virtual? -, a aplicação da RV, com base num ambiente simulado, visa treinar a utilização de métodos de busca e salvamento urbano e combate a incêndios - representados

através dos *storyboards* no capítulo seguinte -, por forma, a desenvolver capacidades e experiências às equipas USAR antes da atuação em cenários reais.

# Capítulo 3

## Conceção da Solução

Neste capítulo iremos abordar a conceção do artefacto, tendo como objetivo criar um ambiente simulado para treino de situações de catástrofe. De acordo com a metodologia DSR apresentada no Capítulo 1, após a aquisição de conhecimento sobre o problema e debate de possíveis hipóteses de artefactos a desenvolver, chegou-se à terceira etapa do método proposto por Kuechler e Petter (2012) - o desenvolvimento.

Este capítulo é constituído por cinco seções. Primeiramente, na **Introdução** é demonstrado através dos *storyboards*, como é efetuada a aplicação dos elementos do jogo e os conceitos de gamificação. De seguida nas seções - **Nível 1**, **Nível 2** e **Nível 3** -, são apresentadas as competências de gestão de desastres abordadas, as tarefas a realizar e os conceitos de gamificação usados. Por fim, na **Conclusão** é justificada a razão das diversas escolhas.

### 3.1 Introdução

Para implementar os conceitos estudados nos capítulos anteriores utilizaram-se os *storyboards*. Estes foram concebidos através da montagem de várias imagens provenientes da Vila D'Ela na ETNA - utilizando o *Microsoft PowerPoint* - e através de informações consideradas importantes, tais como - descrição do cenário, regras, materiais disponíveis para completar a missão e os movimentos - com o objetivo de organizar as ideias e simplificar a construção do artefacto. Utilizou-se o método *VideoGame Storyboard* (Jew, 2013) para construir esta plataforma de ensino, pois foi aquele que apresentou as melhores características para atingir o pretendido. Este é realizado antes da execução final do artefacto, baseando-se na descrição pormenorizada da situação envolvente e na utilização de setas para descrição de movimentos, promovendo-se assim a organização e comunicação de ideias.

Após o desenvolvimento e revisão do *storyboard*, já com algumas ideias definidas sobre os **elementos do jogo** a utilizar, foi necessário aprofundar este tópico e definir quais eram aqueles que mais se adaptavam à plataforma de ensino que se queria criar.

Inicialmente, estabeleceu-se o **ambiente** em que a ação ocorre. Como referido anteriormente, este irá ocorrer num ambiente idêntico à Vila D'Ela, onde todas as regras e objetivos vão ser aplicados. Definiram-se várias **regras**, por forma a auxiliar o formando a compreender o meio envolvente, como a possibilidade da escolha

dos materiais disponíveis, o tempo máximo disponível para completar a missão com avaliação positiva, entre outras. De seguida, estabeleceram-se os **objetivos**, tendo como principal finalidade dar um rumo ao jogo e levar o jogador a atingir o fim proposto. Para os 3 níveis criados foram estabelecidos objetivos diferentes, como por exemplo, resgate do ferido, construção de uma ponte para auxiliar a passagem, entre outros. Por fim, definiram-se os elementos de **interação**, sendo estes a descrição do cenário antes do início de cada nível e a atribuição de pontuação face às escolhas tomadas, com o objetivo de aumentar a motivação do formando no jogo e de atribuir responsabilidade face à missão imposta.

Por último, implementou-se o método de **gamificação Octalysis** (Yu-Kai, 2014), uma vez que é o método que apresenta as melhores características para o desenvolvimento deste artefacto. Este organiza-se em 8 pontos fundamentais centrados no comportamento do ser humano, que irão ser abordados seguidamente, juntamente com o modo como se aplicaram nesta dissertação (Figura 3.1).



FIGURA 3.1: *Octalysis*.  
Fonte: adaptado de Yu-Kai (2014)

O primeiro ponto, **Ponto 1 - Meaning** (“Significado”) estabeleceu o objetivo a alcançar pelo utilizador, de forma a que este sinta que o seu propósito na missão passa por contribuir no salvamento de vítimas durante o episódio de catástrofe. Na plataforma, a motivação é estabelecida por uma causa maior que ele mesmo - o salvamento.

O **Ponto 2 - Accomplishment** (“Conquista”) pode ser considerado como um ponto pessoal, onde o utilizador vai progredindo, desenvolvendo capacidades, conhecimentos e ultrapassando desafios. Durante a execução das missões o utilizador irá colecionar pontos através de um sistema de pontuação criado por atingir objetivos e missões conquistadas.

Posteriormente, o **Ponto 3 - *Empowerment of Creativity and Feedback*** (“Criatividade”) é utilizado para estimular o utilizador a ser criativo. Na plataforma, uma das missões pode ser cumprida de diversas formas, sendo possível atingir o mesmo objetivo de vários modos distintos, variando a maneira de execução da ação de utilizador para utilizador. No final irão ser transmitidos diversas mensagens conforme a prestação.

No **Ponto 4 - *Ownership*** (“Posse”), os utilizadores são motivados por terem o controlo de algo. Durante as missões são colecionados pontos, recompensas e dada a oportunidade de decisão que conferem ao utilizador a sensação de controlo.

O **Ponto 5 - *Social Influence*** (“Influência Social”) é constituído pelos elementos que motivem a pessoa a nível social, isto é, motivação inspirada no que outras pessoas pensam, fazem ou dizem. Na realização da missão são transmitidas várias mensagens do PCT para enquadrar o formando e auxiliá-lo na tomada de decisão.

O **Ponto 6 - *Scarcity*** (“Escassez”), refere-se ao comportamento humano de desejar algo simplesmente porque ele é raro e inatingível. A plataforma de ensino irá possuir um troféu para aqueles que conseguirem cumprir todas as missões com a melhor pontuação, sendo um troféu exclusivo para os mais aptos.

O **Ponto 7 - *Unpredictability*** (“Imprevisibilidade”) define-se como o ponto que motiva constantemente o utilizador. Na plataforma de ensino este ponto é representado pelo facto do utilizador não saber qual é a tarefa que vai surgir no nível seguinte.

Por último, o **Ponto 8 - *Avoidance*** (“Evitar”) irá fazer com que o formando seja rápido na tomada das suas decisões pelo facto de saber que a sua demora terá consequências na avaliação da missão envolvente.

A aplicação dos elementos do jogo e dos elementos de gamificação do método *Octalysis*, está diretamente relacionada com a influência que estes têm no utilizador. Com isto, para a conceção do artefacto definiu-se a criação de três níveis de dificuldade crescente - de forma a demonstrar os conceitos pretendidos -, utilizando elementos que facilitam e incentivam a aprendizagem do formando.

## 3.2 Nível 1

Neste primeiro nível o principal objetivo da missão consiste no salvamento de um ferido, estando este separado do elemento da equipa USAR por uma vala. Desta forma, este elemento da equipa de salvamento terá de proceder à escolha dos materiais essenciais à execução da missão, para conseguir aceder ao ferido. Todas estas ações, nomeadamente a escolha do material correto, a construção de uma ponte que permita a passagem e o salvamento contribuem para a atribuição de pontuação. A avaliação tem como base as seguintes cotações - Muito Bom, Bom e Mau, dependendo do tempo de execução da missão e a pontuação atribuída. O elemento USAR dispõe de 3 minutos para completar a missão com avaliação positiva.

Na figura seguinte encontra-se ilustrado o *storyboard* correspondente ao Nível 1 (Figura 3.2).

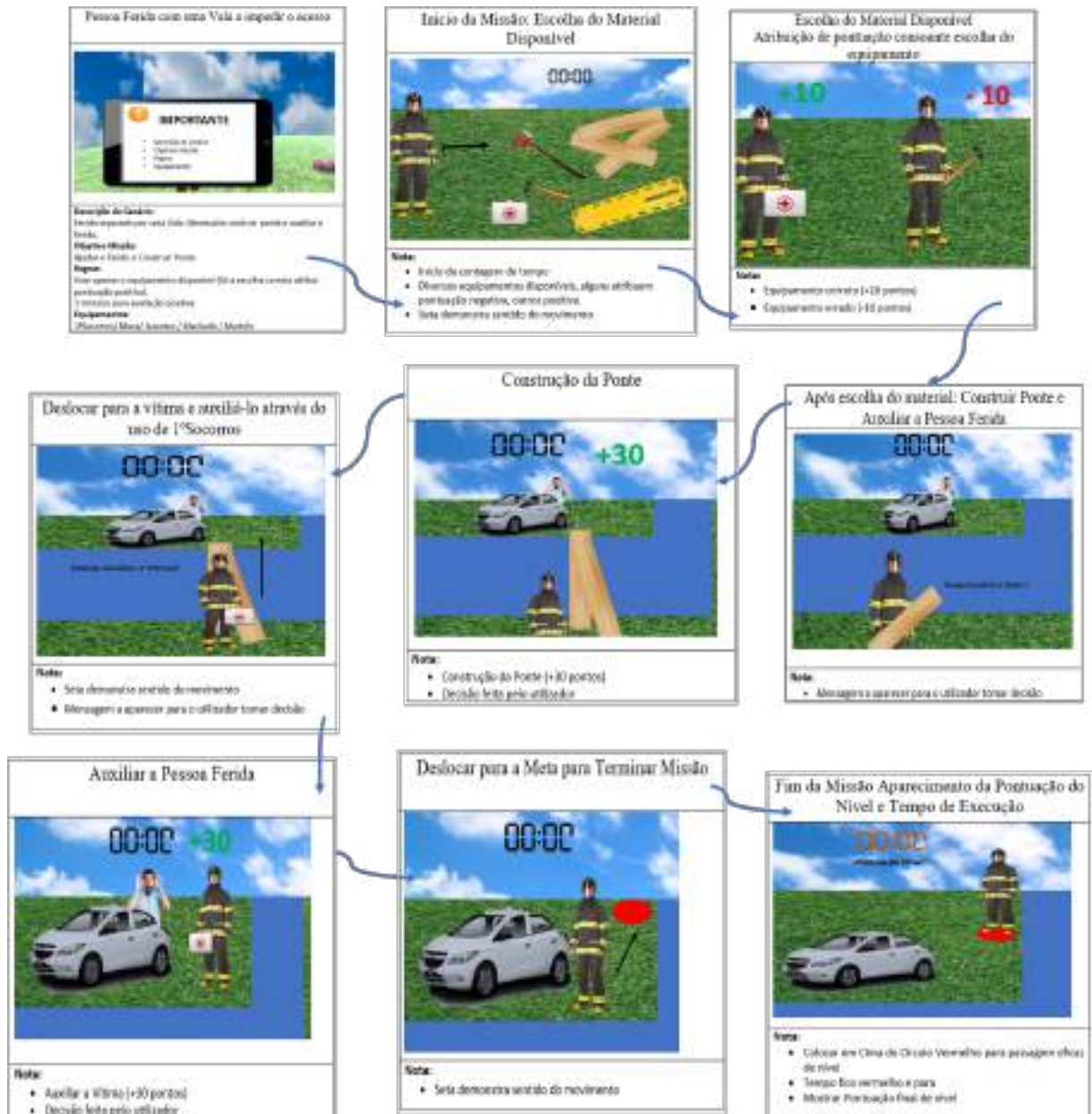


FIGURA 3.2: *Storyboard* - Nível 1

O *storyboard* concebido para o nível 1 apresenta diversos conceitos de gamificação apresentados anteriormente. Inicialmente, o C2 enquadra o utilizador no cenário envolvente, através da descrição do cenário e equipamentos, objetivos da missão e regras, motivando-o a nível social - **Ponto 5** ("Influência Social"), motivação inspirada no que as outras pessoas pensam, fazem ou dizem (Figura 3.3). Com a atribuição da missão de salvamento, o utilizador irá sentir que faz parte de algo superior a ele mesmo e que só com ele é possível cumprir a missão - **Ponto 1** ("Significado") (Figura 3.4). Posteriormente, o formando terá de optar por diversos

equipamentos apresentados e com a escolha correta, irá conquistar pontuação positiva - **Ponto 2** (“Conquista”) (Figura 3.5). Este aspeto anterior juntamente com oportunidade de decisão em diversos momentos, conferem ao utilizador a sensação de controlo sobre o ambiente que o rodeia - **Ponto 4** (“Posse”) (Figura 3.6). Ao ter conhecimento que a sua avaliação será influenciada pelo tempo e pelas escolhas que efetua, este irá dar o melhor para evitar uma avaliação negativa - **Ponto 8** (“Evitar”) (Figura 3.7).



FIGURA 3.3: **Ponto 5** “Influência Social” - Nível 1



FIGURA 3.4: **Ponto 1** “Significado” - Nível 1



FIGURA 3.5: **Ponto 2** “Conquista” - Nível 1



FIGURA 3.6: **Ponto 4** “Posse” - Nível 1



FIGURA 3.7: **Ponto 8** “Evitar” - Nível 1



### 3.3 Nível 2

No segundo nível o elemento USAR depara-se com um ferido enclausurado por um incêndio de classe A. Inicialmente, o elemento terá que fazer a escolha correta dos materiais a utilizar na missão, podendo esta atribuir pontuação positiva ou negativa. Este receberá pontuação pela extinção do incêndio como pelo auxílio da pessoa. O sistema de avaliação do nível é igual ao do nível anterior, uma relação entre o tempo e a pontuação obtida.

Na figura seguinte encontra-se ilustrado o *storyboard* correspondente ao Nível 2 (Figura 3.8).

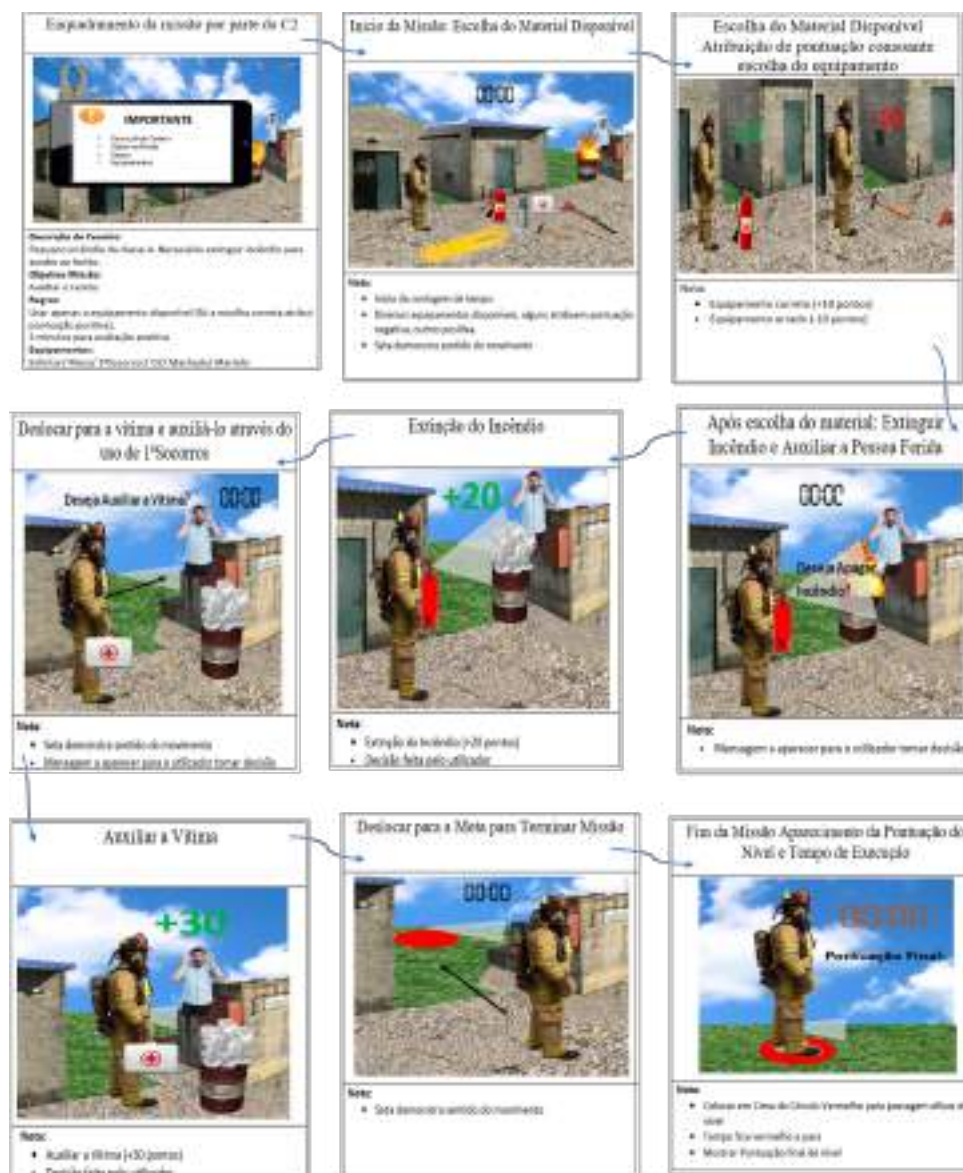


FIGURA 3.8: *Storyboard* - Nível 2

O nível 2 apresenta diversos conceitos de gamificação em semelhança com

o nível 1. O enquadramento por parte do PCT - **Ponto 5** (“Influência Social”) (Figura 3.9), a atribuição de uma missão de salvamento - **Ponto 1** (“Significado”) (Figura 3.10), a necessidade de efetuar a escolha correta do material para obtenção de pontuação positiva - **Ponto 2** (“Conquista”) (Figura 3.11), a oportunidade de decisão sobre todas as ações no decorrer da missão - **Ponto 4** (“Posse”) (Figura 3.12) e a possibilidade de obter avaliação negativa na execução do nível, caso a prestação do formando não seja a melhor - **Ponto 8** (“Evitar”) (Figura 3.13).



FIGURA 3.9: **Ponto 5** “Influência Social” - Nível 2



FIGURA 3.10: **Ponto 1** “Significado” - Nível 2



FIGURA 3.11: **Ponto 2** “Conquista” - Nível 2



FIGURA 3.12: **Ponto 4** “Posse” - Nível 2



FIGURA 3.13: **Ponto 8** “Evitar” - Nível 2

### 3.4 Nível 3

Este é o nível de dificuldade mais elevada, onde o formando tem que estabelecer prioridades nas ações a tomar. Este nível tem como objetivo principal auxiliar: uma grávida em trabalho de parto localizada dentro de um edifício (Igreja) e um individuo com ferimentos ligeiros, que se encontra no exterior desse mesmo edifício. Como objetivos intermédios é necessário efetuar a reparação de um equipamento elétrico dentro do edifício. O elemento USAR deverá estabelecer prioridades relativamente à missão, sendo que a sua pontuação variará consoante essa escolha (Atribuição de maior pontuação na escolha da grávida em primeiro lugar, sendo esta um grupo de risco).

Na figura seguinte encontra-se ilustrado o *storyboard* correspondente ao Nível 3 (Figura 3.14).

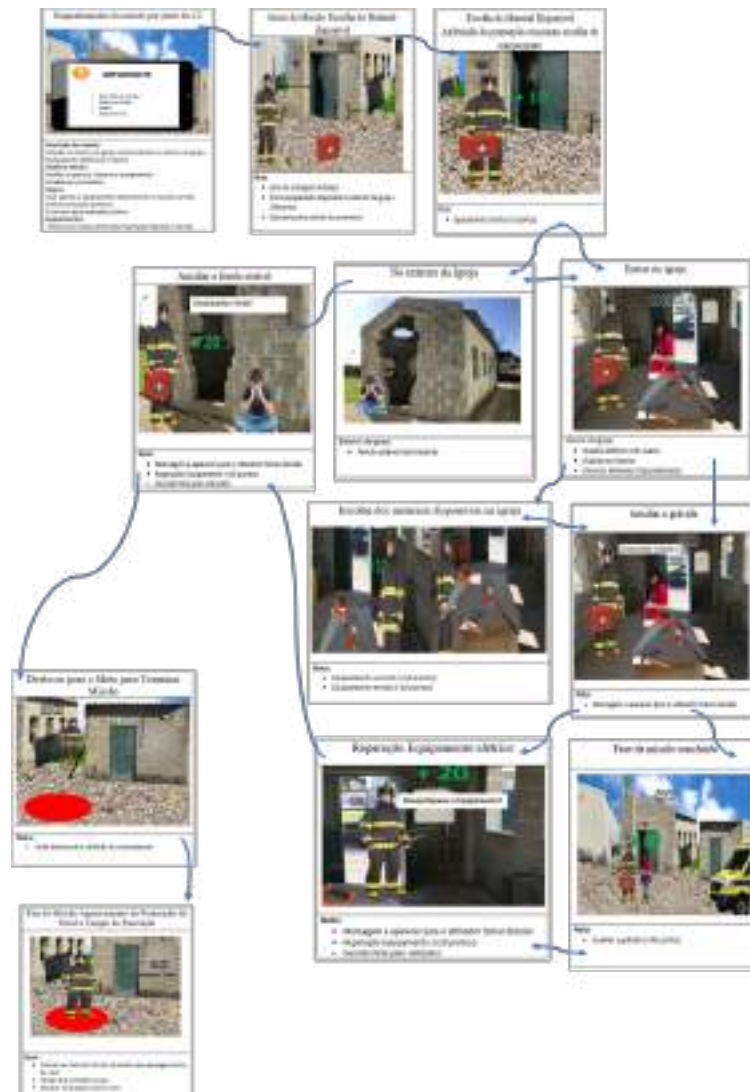


FIGURA 3.14: *Storyboard* - Nível 3

Em semelhança aos restantes níveis, o nível 3 apresenta o enquadramento por parte do PCT - **Ponto 5** (“Influência Social”) (Figura 3.15). Este nível possui como missão, dois salvamentos - **Ponto 1** (“Significado”) (Figura 3.16), com a particularidade do formando ter que procurar uma das vítimas. A ordem do salvamento é escolha do formando - **Ponto 3** (“Criatividade”) (Figura 3.17), tendo em conta as prioridades. Com a escolha correta do material este irá obter pontuação positiva - **Ponto 2** (“Conquista”) (Figura 3.18), tendo a oportunidade de decidir sobre todas as ações no decorrer da missão - **Ponto 4** (“Posse”) (Figura 3.19), como também, a possibilidade de obter avaliação negativa na execução do nível, caso a sua prestação não seja a melhor - **Ponto 8** (“Evitar”) (Figura 3.20).

Os **Pontos 6 e 7** são de mais fácil visualização na junção dos três níveis. O **Ponto 7** (“Imprevisibilidade”) é possível de verificar com a passagem de um nível para o outro, visto que o formando não tem conhecimento da missão que ocorrerá a seguir. O **Ponto 6** (“Escassez”) é verificado na vontade do formando obter as melhores pontuações nos três níveis, pois só assim é lhe atribuído um troféu - exclusivo para os mais aptos.



FIGURA 3.15: **Ponto 5** “Influência Social” - Nível 3





FIGURA 3.16: **Ponto 1** “Significado” - Nível 3



FIGURA 3.17: **Ponto 3** “Criatividade” - Nível 3



FIGURA 3.18: **Ponto 2** “Conquista” - Nível 3



FIGURA 3.19: Ponto 4 “Posse” - Nível 3



FIGURA 3.20: Ponto 8 “Evitar” - Nível 3

## 3.5 Síntese

Os *storyboards* do nível 1 e 2 são lineares, uma vez que possuem uma linha cronológica de acontecimentos bem definida, enquanto que o do nível 3 é não linear dada a hipótese de se tomar uma decisão perante o cenário. O cenário principal correspondente a cada um dos níveis é o mesmo, mudando a missão imposta e a localização inicial do elemento USAR. Tentou-se aplicar todos os pontos do método *Octalysis*, por forma a melhorar as qualidades da plataforma. Na tabela seguinte é apresentado qual o tipo de *storyboard* utilizado em cada nível como também, os pontos do método *Octalysis* utilizados (Tabela 3.1).

TABELA 3.1: Resumo da aplicação dos métodos utilizados

	Nível 1	Nível 2	Nível 3
<i>Storyboard</i>	Linear		Não Linear
<i>Octalysis</i> - Ponto 1	Atribuição de missão de salvamento		
<i>Octalysis</i> - Ponto 2	Conquista de pontuação pela escolha correta de material		
<i>Octalysis</i> - Ponto 3			Possibilidade na escolha de salvamento a efetuar em primeiro
<i>Octalysis</i> - Ponto 4	Controlo das ações a tomar		
<i>Octalysis</i> - Ponto 5	Enquadramento por parte do PCT		
<i>Octalysis</i> - Ponto 6	Atribuição de um troféu caso a pontuação nos três níveis seja a melhor		
<i>Octalysis</i> - Ponto 7	Apenas possível de verificar na passagem de um nível para outro		
<i>Octalysis</i> - Ponto 8	Possibilidade de obter avaliação negativa		

Todos os elementos acima referidos foram escolhidos com o intuito de incentivo à aprendizagem e motivação. Com a atribuição de pontuação, é desenvolvido um espírito competitivo por parte do formando, fazendo com que a missão seja realizada com o maior sucesso possível. O próprio cenário criado e todos os elementos **interativos** que o constituem, aumentam a motivação do utilizador e auxiliam no desenvolvimento de novas aptidões, como **aprendizagem de novas competências** e **tomada de decisão**.

No capítulo seguinte, irá ser descrito como foi desenvolvida a plataforma de ensino recorrendo ao *Unity*, com suporte da linguagem de programação C#, como também, a sua exportação, por forma a ser uma aplicação executável em qualquer computador.



# Capítulo 4

## Construção da Solução

Para o desenvolvimento da solução foi utilizado o motor de jogo *Unity*. Este *software* permite a modelação 3D e possui diversas funcionalidades que asseguram e facilitam a criação de produtos multimédia, como por exemplo um ambiente de aprendizagem virtual, como é o caso da solução que é desenvolvida no âmbito desta dissertação.

De seguida, irão ser descritos detalhadamente os passos realizados na construção da plataforma de ensino de realidade virtual não imersiva recorrendo ao *Unity*.

### 4.1 Detalhes da Construção

O desenvolvimento do artefacto iniciou-se com a criação de uma conta de Internet no site da *Unity*.

De seguida, realizou-se a construção dos edifícios a utilizar no ambiente do jogo, recorrendo-se a dois métodos – *software Unity* (Unity, 2015) e *Agisoft PhotoScan* (Agisoft, 2016). Realizou-se a construção de alguns edifícios a utilizar no ambiente do jogo, ilustrada na Figura 4.1, através da plataforma *Unity* (1), com a utilização de um cubo como objeto 3D (2) e sobreposição de uma imagem (3).



FIGURA 4.1: Construção de edifícios no software *Unity*

Para os edifícios característicos da Vila D'Ela, recorreu-se ao *software Agisoft PhotoScan* que através da fotogrametria de imagens digitais, cria imagens 3D

(Figura 4.2). Estas imagens são guardadas em formato fbx – *FilmBox*, um formato utilizado pelos *gameObjects* do *software Unity*.



FIGURA 4.2: Edifícios criados através do *software Agisoft PhotoScan*

Construídas as infraestruturas do cenário, estas são posicionadas em localização semelhante do cenário real, ou seja, à Vila D'Ela, como mostra a Figura 4.3.



FIGURA 4.3: Comparação entre Vila D'Ela e cenário criado

Posteriormente, foram criadas personagens para cada nível, em que apenas uma delas é possível controlar, pois representa o membro da equipa de salvamento USAR que representa o jogador e possui linhas de código de programação atribuídas.

Face a criação desta personagem pertencente à equipa USAR, optou-se por usar um *asset* disponível na loja *Unity*, visto que o jogo irá ser executado em primeira pessoa, como demonstrado na Figura 4.4.

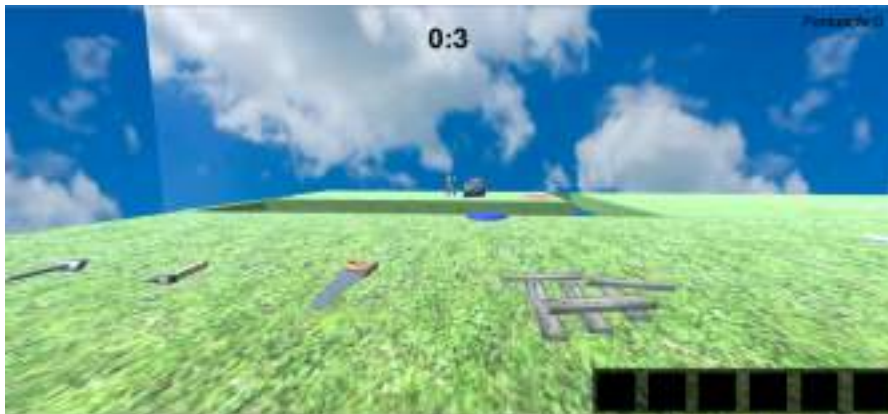


FIGURA 4.4: Elemento da equipa USAR em primeira pessoa

Para as restantes personagens, realizou-se também o *download* grátis de vários humanoides com a animação pretendida – simulação de pedido de ajuda, como é o exemplo representado na Figura 4.5.

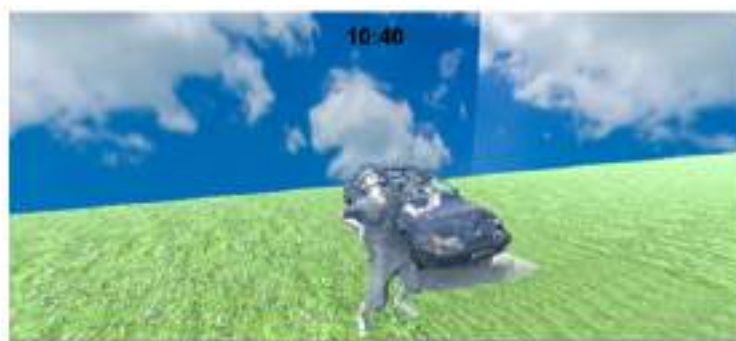


FIGURA 4.5: Humanoide a simular um pedido de ajuda

Para conseguir controlar os movimentos da personagem pertencente à equipa de salvamento, utilizaram-se várias animações - andar, correr e saltar.

##### 4.1.1 Menu Inicial e Níveis

Seguidamente, irá ser explicada a construção do Menu Inicial e dos Níveis, no *software Unity*, tendo em conta que o ambiente envolvente de cada nível é o mesmo.

##### Menu Inicial

Para o início da plataforma de ensino torna-se necessária a criação de um Menu Inicial, onde estão disponíveis todas as opções que o utilizador pretende executar durante o uso da mesma (Figura 4.6).



FIGURA 4.6: Resultado Final do Menu Inicial

Todos os botões pertencentes a este Painel possuem funções, sendo que o botão INICIAR está associado a uma linha de código que dirige o utilizador para o primeiro nível. O botão CONTROLOS direciona para um ecrã alternativo, em que estão definidos os comandos do jogo (Figura 4.7) e o botão CENÁRIO direciona para um ecrã, onde fica disponível o enquadramento geral de cada nível (Figura 4.8). Já o botão SAIR, efetua o encerramento da plataforma reencaminhando o utilizador para o ambiente de trabalho do computador.



FIGURA 4.7: Comandos da plataforma



## 4.1. Detalhes da Construção



FIGURA 4.8: Descrição detalhada de cada nível

## Níveis

Nesta subseção irão ser ilustradas através de figuras a implementação dos métodos explicados no Capítulo 3.

### Nível 1 - Construir uma ponte para retirar o ferido

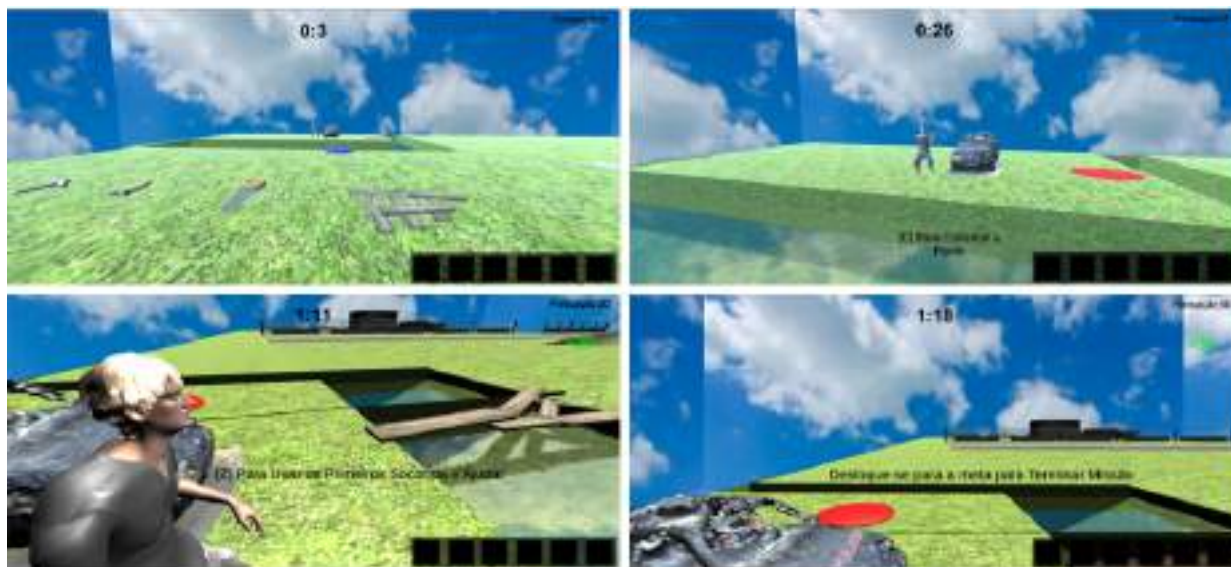


FIGURA 4.9: Nível 1

## Nível 2 - Apagar o incêndio e auxiliar o ferido encurralado

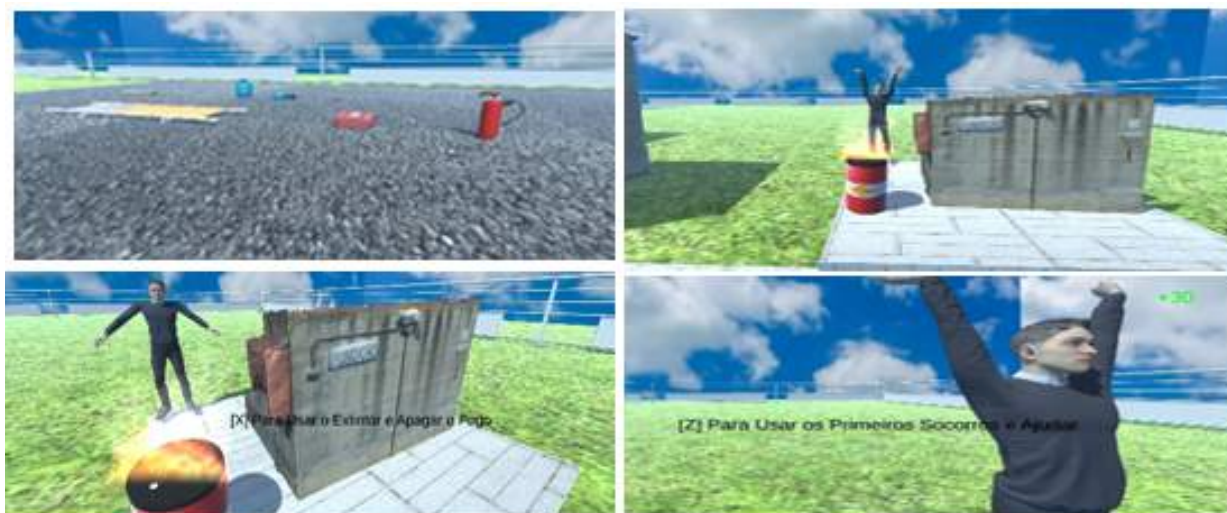


FIGURA 4.10: Nível 2

## Nível 3 - Auxiliar a grávida, reparar o equipamento elétrico e ajudar o ferido leve



FIGURA 4.11: Nível 3

## Elementos do Jogo

**Ambiente** - Como referido anteriormente, o ambiente criado para os três níveis na plataforma de ensino é baseado na Vila D'Ela, ilustrado nas seguintes figuras (Figura 4.12 a 4.14).



FIGURA 4.12: Nível 1 - Ambiente

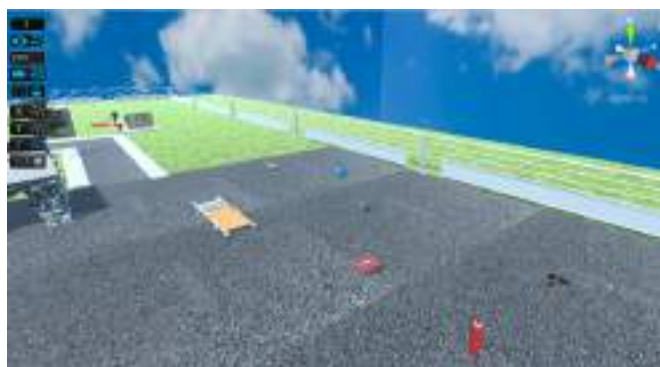


FIGURA 4.13: Nível 2 - Ambiente



FIGURA 4.14: Nível 3 - Ambiente

**Regras e Objetivos** - No painel de informações (Figura 4.15 a 4.17), são ilustradas as regras e os objetivos da missão, sendo estes expostos ao formando antes do início da contagem de tempo em cada nível. Desta forma, o utilizador irá compreender o meio envolvente e a finalidade de cada nível mais facilmente.



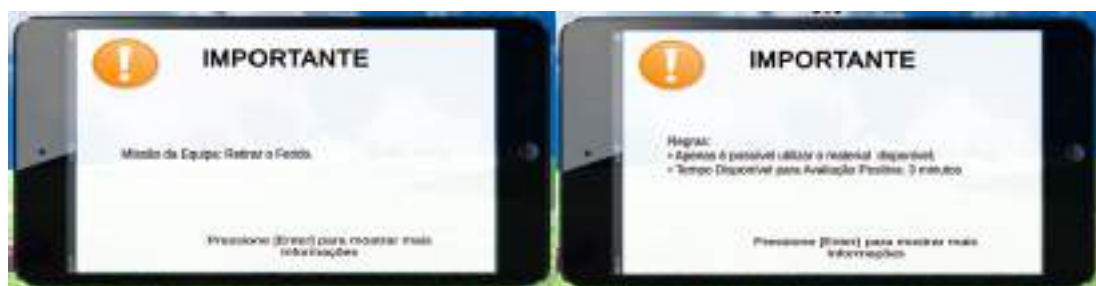


FIGURA 4.15: Nível 1 - Regras e Objetivos

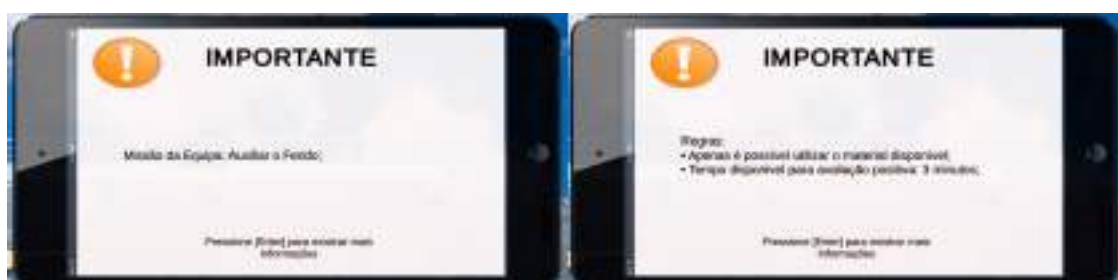


FIGURA 4.16: Nível 2 - Regras e Objetivos

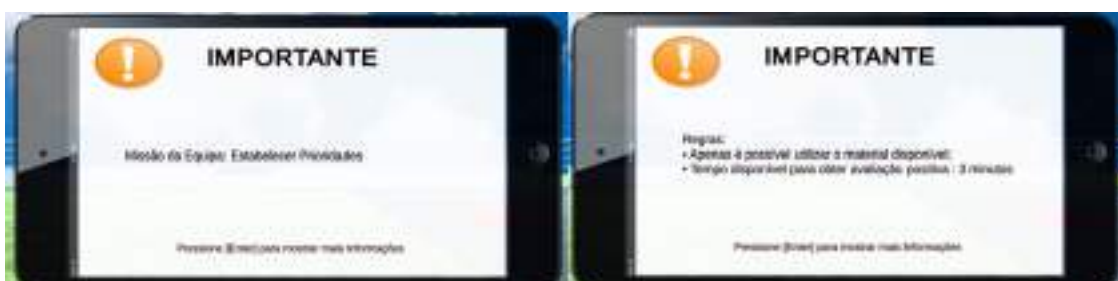


FIGURA 4.17: Nível 3 - Regras e Objetivos

**Interação** - Com o intuito de enquadrar o formando na plataforma de ensino, decidiu-se criar uma caixa de informações no início de cada nível, como representado nas figuras seguintes (Figura 4.18 a 4.20). Esta faz a descrição do ambiente, permitindo ao formando conhecer o contexto que o rodeia, preparando-o para o desempenho da missão. Assim que esta caixa de informação é encerrada, o temporizador do jogo inicia a sua contagem. Ao longo das missões o *feedback* e as mensagens transmitidas, são outros exemplos da interação existente na plataforma.



#### 4.1. Detalhes da Construção



FIGURA 4.18: Nível 1 - Caixa de Informação



FIGURA 4.19: Nível 2 - Caixa de Informação

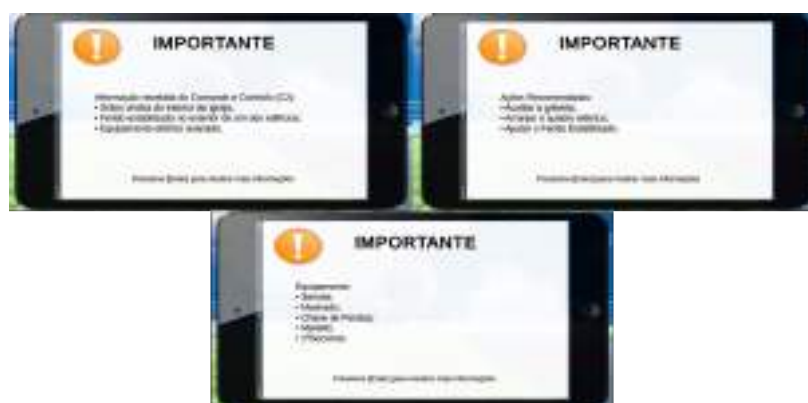


FIGURA 4.20: Nível 3 - Caixa de Informação

#### Gamificação - *Octalysis*

**Ponto 1 - *Meaning*** (“Significado”) - representado através da atribuição de missões de salvamento (Figura 4.21 a 4.23).

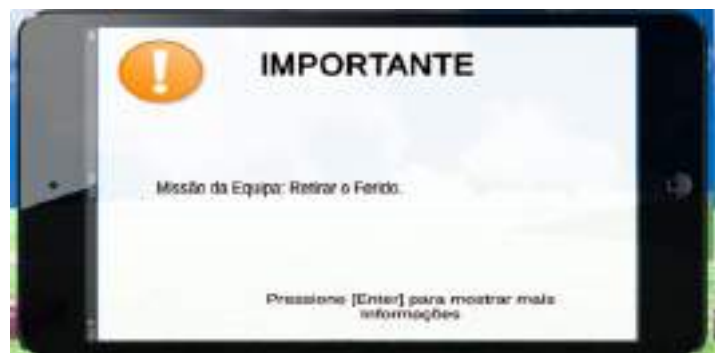


FIGURA 4.21: Ponto 1 - Nível 1



FIGURA 4.22: Ponto 1 - Nível 2



FIGURA 4.23: Ponto 1 - Nível 3

**Ponto 2 - *Accomplishment*** (“Conquista”) - a conquista de pontos pela escolha correta de material e desempenho nas missões atribuídas (Figura 4.24 a 4.26).

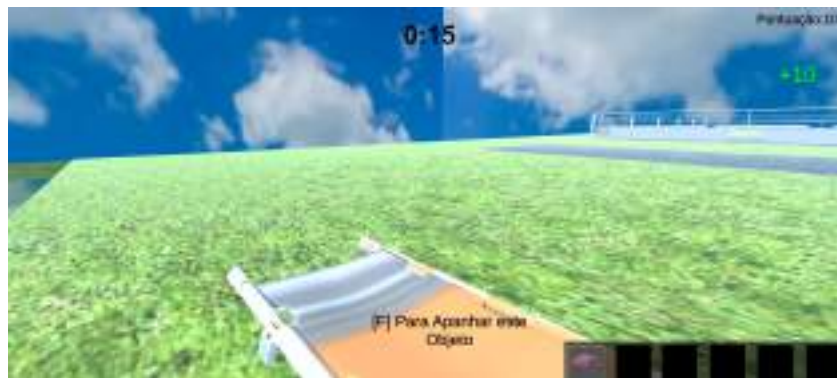


FIGURA 4.24: Ponto 2 - Nível 1



FIGURA 4.25: Ponto 2 - Nível 2



FIGURA 4.26: Ponto 2 - Nível 3

**Ponto 4 - *Ownership*** (“Posse”) - durante as diversas missões o utilizador irá ter o controlo das ações a tomar (Figura 4.27 a 4.29).

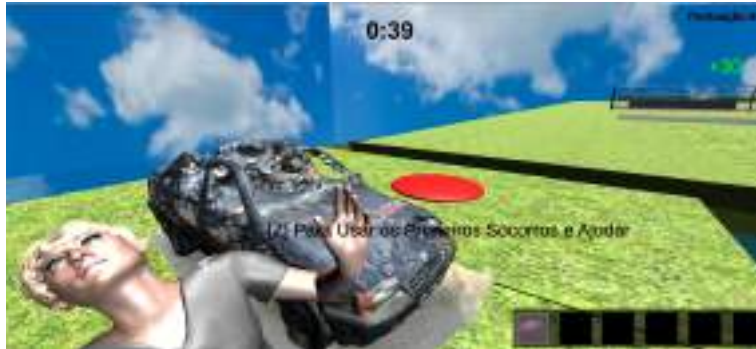


FIGURA 4.27: Ponto 4 - Nível 1



FIGURA 4.28: Ponto 4 - Nível 2



FIGURA 4.29: Ponto 4 - Nível 3

**Ponto 5 - *Social Influence*** (“Influência Social”) - motivação inspirada no que outras pessoas pensam, fazem ou dizem. Na realização da missão o PCT irá transmitir várias mensagens para enquadrar o utilizador (Figura 4.30 a 4.32).

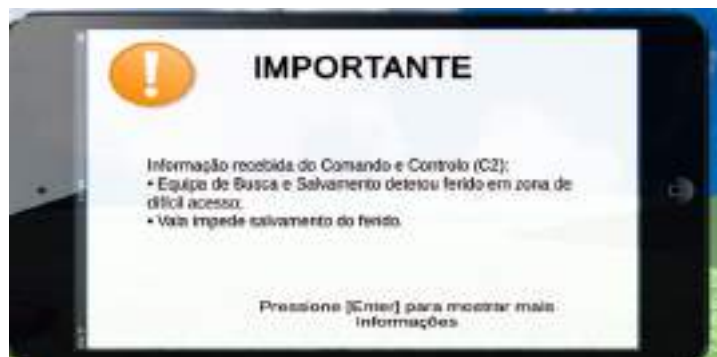


FIGURA 4.30: Ponto 5 - Nível 1



FIGURA 4.31: Ponto 5 - Nível 2



FIGURA 4.32: Ponto 5 - Nível 3

Alguns dos pontos do método *Octalysis*, apenas são perceptíveis na plataforma de ensino quando esta é observada na sua totalidade. Em todos os níveis a avaliação é atribuída com base no tempo para a execução da missão e a pontuação da mesma, como representado na tabela de resultados (Figura 4.33), onde é



aplicado o **Ponto 8** (“Evitar”). Desta forma, o formando irá evitar ter avaliações negativas, suscitando-lhe o sentimento de **desafio** e **autossuperação**, pois faz com que este queira superar os desafios impostos pelo jogo de forma a obter a melhor pontuação e avaliação. Já o **Ponto 3** (“Criatividade”), verifica-se pela transmissão de um *feedback*, evidenciado na tabela de resultados após conclusão dos três níveis (Figura 4.34). Assim, a interiorização será mais fácil pelo facto da plataforma criar **motivação** no formando.



	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Pontuação	30	0	0
Tempo de Missão	0:4[m:s]	0:8[m:s]	0:10[m:s]
Avaliação	Mau	Mau	Mau
Eficácia	33,3%	0%	0%
Nível de Adestramento	32,6%	0%	0%

**Má Prestação! Necessita refazer as missões com mais calma**

FIGURA 4.33: Ponto 8 - Evitar avaliação negativa

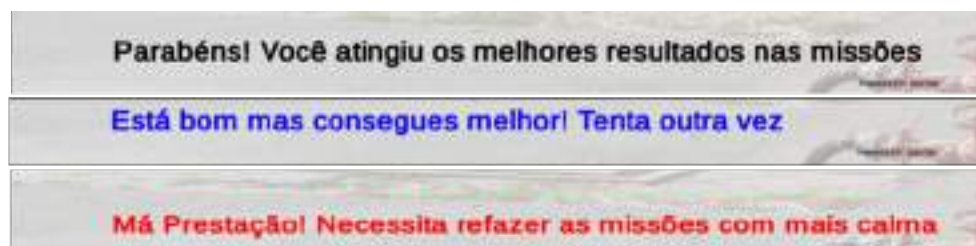


FIGURA 4.34: Ponto 3 - *Feedback* transmitido ao finalizar os três níveis

O **Ponto 7** (“Imprevisibilidade”), sendo um ponto de motivação para o utilizador, pelo facto de não saber qual é a tarefa que vai surgir no nível seguinte, só é verificado com o funcionamento dos três níveis como um (Figura 4.35).

O **Ponto 6** (“Escassez”) é verificado quando o formando obtém melhores pontuações nos três níveis, pois só assim é lhe atribuído um troféu - exclusivo para os mais aptos (Figura 4.36).

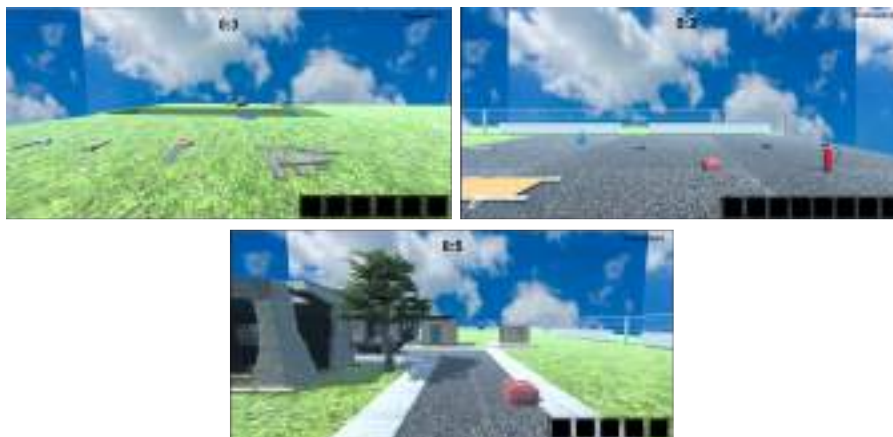


FIGURA 4.35: Ponto 7 - Verificado na transição de níveis



	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Pontuação	90	100	90
Tempo de Missão	0:11[m:s]	0:18[m:s]	0:31[m:s]
Avaliação	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom
Eficácia	100%	100%	100%
Nível de Adestramento	93,9%	90%	82,8%

**Parabéns! Você atingiu os melhores resultados nas missões**

FIGURA 4.36: Ponto 6 - Atribuição de prêmio para o mais apto

#### 4.1.2 Caixa de Informações

A caixa de informações foi criada no início de cada nível com o intuito de enquadrar o formando na missão imposta. Esta, descreve o ambiente, os objetivos da missão, as regras e os materiais que existem para atingir os objetivos (Figura 4.37). Desta forma, o formando irá estar enquadrado no ambiente que o rodeia, melhorando o seu desempenho na missão.



FIGURA 4.37: Caixa de Informação

### 4.1.3 Temporizador

Após encerradas as caixas de informação, o temporizador começa a fazer o registo automaticamente. Este apenas pára quando o formando atinge a meta (Figura 4.38), independentemente do sucesso da missão.

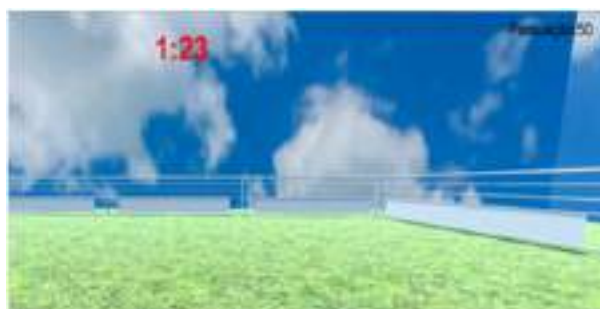


FIGURA 4.38: Temporizador Parado

De modo a facilitar as passagens de níveis, criou-se um círculo vermelho. Assim, para que a transição de nível seja realizada eficazmente, é necessário que o utilizador se coloque em cima deste círculo e que realize o que a plataforma de ensino solicita (Figura 4.39).

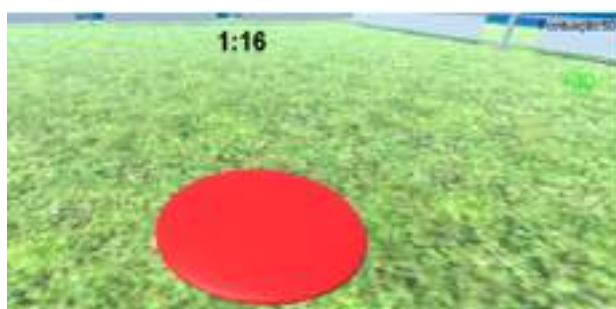


FIGURA 4.39: Resultado do método utilizado



### 4.1.4 Painel de Auxílio e Painel de Comandos

Durante a execução do jogo é possível que o utilizador consulte um painel de auxílio (Figura 4.40) e de comandos (Figura 4.41), de maneira a relembrar quais são os objetivos do jogo e quais os controlos, respetivamente. Para a elaboração desses painéis, utilizou-se à semelhança da caixa de informações. Posteriormente, elaboraram-se dois *scripts*, por forma a estes painéis aparecerem ao clicar na tecla atribuída.



FIGURA 4.40: Painel de Auxílio



FIGURA 4.41: Painel de Comandos

### 4.1.5 Sistema de Pontuação

O sistema de pontuação criado baseia-se numa *Box Collider*, que faz com que a personagem principal em contacto com o objeto (ferramentas) o destrua, atribuindo pontuação. A escolha correta dos objetos irá permitir a acumulação de pontuação e o contrário, caso a escolha seja errada (Figura 4.42).



FIGURA 4.42: Resultado final do sistema de pontuação

#### 4.1.6 Tabela de Resultados

Na plataforma de ensino é apresentada uma tabela de resultados que realiza a avaliação tendo em conta a prestação do formando ao nível da pontuação atingida, como também, do tempo para completar a missão. Esta é apresentada num quadro resumo no fim de cada nível, como também, num quadro geral no final das três missões, juntamente com a eficácia e o nível de adestramento do utilizador (Figura 4.43).

Resultados	
Tempo para realizar Missão -	0:11
Tempo máximo para realizar a missão com avaliação positiva -	3:0
Pontuação -	50
Pontuação máxima -	90
Eficácia -	55,6%
Nível de Adestramento -	52,2%

FIGURA 4.43: Painel de Resultados Final

Para o cálculo da eficácia, visto que este parâmetro mede a relação entre o efeito da ação e os objetivos pretendidos, realizou-se a divisão entre o número de pontos obtidos no nível ( $PontosObtidos$ ) e o número máximo de pontos que é possível obter ( $PontosMáximoNível$ ) (Equação 4.1 - Cálculo da Eficácia). No cálculo do nível de adestramento, multiplicou-se a eficiência (Equação 4.2 - Cálculo da Eficiência) - calculada através da subtração entre o tempo máximo para obter avaliação positiva ( $TempoMáximo$ ) e o tempo realizado pelo utilizador ( $TempoExecução$ ), sobre o tempo máximo para obter avaliação positiva -, pela eficácia e dividiu-se o respetivo valor por cem (Equação 4.3 - Nível de Adestramento). Desta forma, estabeleceu-se uma relação entre os valores adquiridos da pontuação e tempo, permitindo verificar a prestação do utilizador no desempenho da missão tendo em conta a pontuação que adquiriu e o tempo que demorou a realizar.

$$Eficácia = \frac{PontosObtidos}{PontosMáximoNível} \times 100 \quad (4.1)$$

$$Eficiência = \frac{(TempoMáximo - TempoExecução)}{TempoMáximo} \times 100 \quad (4.2)$$

$$NívelDeAdestramento = \frac{Eficiência \times Eficácia}{100} \quad (4.3)$$

A tabela apresentada no fim dos três níveis compila os resultados das diversas tarefas desempenhadas - com o intuito de mostrar o desempenho do utilizador - e foi construída através da criação de uma nova cena (*Scene*), interligada com o último nível da plataforma de ensino (Figura 4.44).



	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Pontuação	40	0	90
Tempo de Missão	0:6[m:s]	0:5[m:s]	0:26[m:s]
Avaliação	Bom	Mau	Muito Bom
Eficácia	44,4%	0%	100%
Nível de Adestramento	43%	0%	85,6%

**Está bom mas consegues melhor! Tenta outra vez**

FIGURA 4.44: Painel de Resultados Final

Para dar um *feedback* ao utilizador consoante o resultado que este obtenha, desenvolveu-se uma caixa de texto que transmite uma mensagem, podendo esta ser positiva ou negativa (Figura 4.45).



	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Pontuação	30	0	0
Tempo de Missão	0:4[m:s]	0:8[m:s]	0:10[m:s]
Avaliação	Mau	Mau	Mau
Eficácia	33,3%	0%	0%
Nível de Adestramento	33,3%	0%	0%

**Má Prestação! necessita refazer os minutos com mais calma**

	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Pontuação	40	0	90
Tempo de Missão	0:6[m:s]	0:5[m:s]	0:26[m:s]
Avaliação	Bom	Mau	Muito Bom
Eficácia	44,4%	0%	100%
Nível de Adestramento	43%	0%	85,6%

**Está bom mas consegues melhor! Tenta outra vez**

	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Pontuação	90	100	90
Tempo de Missão	0:13[m:s]	0:10[m:s]	0:31[m:s]
Avaliação	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom
Eficácia	100%	100%	100%
Nível de Adestramento	100%	100%	100%

**Parabéns! Você atingiu os melhores resultados nas missões**

FIGURA 4.45: *Feedback*

Todas estas ferramentas foram programadas no *Visual Studio* - ambiente de desenvolvimento - na linguagem de programação C# (Figura 4.46).

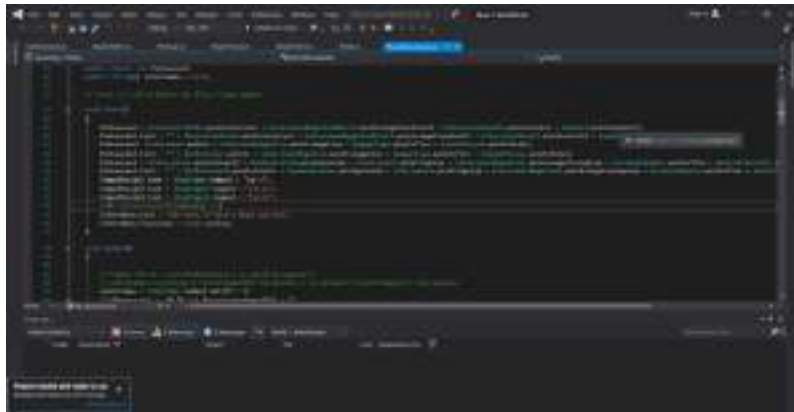


FIGURA 4.46: *Visual Studio* - linguagem de programação C#

## 4.2 Exportação da Aplicação

Após organização dos níveis no *Build Settings* do *software Unity* (Figura 4.47) e conclusão da solução de Realidade Virtual, procedeu-se à exportação da aplicação, sendo que o objetivo passa por desenvolver uma aplicação compatível com todos os sistemas operativos (Figura 4.48).



FIGURA 4.47: Organização dos Níveis

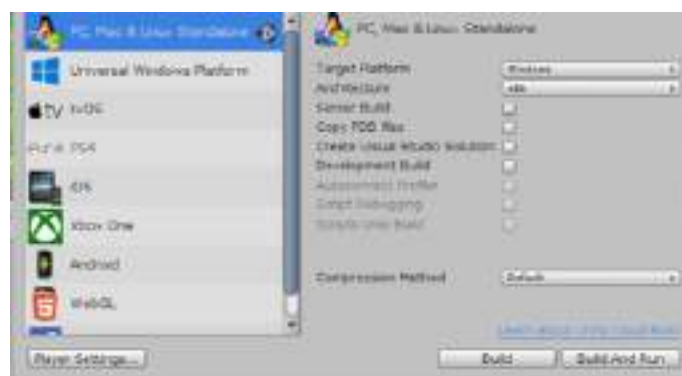


FIGURA 4.48: Exportação da Plataforma

Após a exportação do protótipo da plataforma de ensino na extensão .exe, testou-se num computador para verificar o seu funcionamento (Figura 4.49). Este

## 4.2. Exportação da Aplicação

---

processo foi iterativo, pois foram realizadas sucessivas melhorias no ambiente e funcionalidades, até ir ao encontro do pretendido - sendo a versão final utilizada no capítulo seguinte para validação da solução.



FIGURA 4.49: Menu de Entrada no Ambiente de Aprendizagem



# Capítulo 5

## Validação da Solução

Neste capítulo pretende-se verificar se a solução construída satisfaz os requisitos definidos nos capítulos anteriores. Para o efeito, foi efetuada a análise dos resultados de um inquérito (apresentado no Apêndice B), respondido por 35 inquiridos a maioria Aspirantes da Escola Naval, uma análise estatística, como também, uma análise *eye-tracker* para verificar o foco da atenção de 3 utilizadores na realização das missões.

O inquérito foi construído com recurso ao *Google Forms* - ferramenta de questionários da *Google* -, sendo este composto por 6 secções, tendo como objetivo validar a solução e obter respostas às questões derivadas (QD4 e QD5).

Os resultados obtidos são apresentados com recurso a gráficos e tabelas, por forma a facilitar a interpretação e análise.

### 5.1 Análise de Resultados

A **primeira secção** do inquérito, tem como finalidade, enquadrar o inquirido no propósito do questionário através da transmissão dos objetivos e instruções de preenchimento.

A **segunda secção**, contém diversas perguntas de âmbito geral por forma a obter informação relativa ao perfil dos inquiridos. Verificou-se que a maioria pertencia ao sexo masculino (74,3%), sendo que 88,6% dos inquiridos tinha menos de 25 anos de idade (Tabela 5.1).

TABELA 5.1: Respostas ao inquérito: género e idade

M		F		< 25		25-39	
%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas
74,3	26	25,7	9	88,6	31	11,4	4

O inquérito incidiu essencialmente sobre alunos da Escola Naval, sendo 85,7% Aspirante/Cadete, 8,6% civis e os restantes 5,7% oficiais (Figura 5.1).

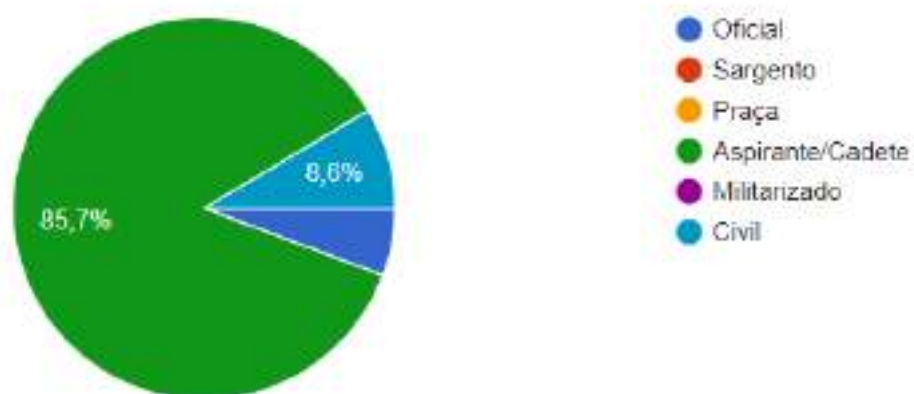


FIGURA 5.1: Respostas ao inquérito: categoria

No que se refere à classe dos inquiridos, verificou-se que a elevada percentagem pertencia à classe de Marinha/FZ (62,9%), sendo que Marinha é a classe com mais alunos na Escola Naval. Posteriormente, a classe de Engenheiros Navais do Ramo de Mecânica e Armas e Eletrónica (EN-MEC/AEL) conta com 20% das respostas, a classe de Administração Naval (AN) com 8,6% e a restante percentagem (8,6%) pertencente a Outra (Figura 5.2).

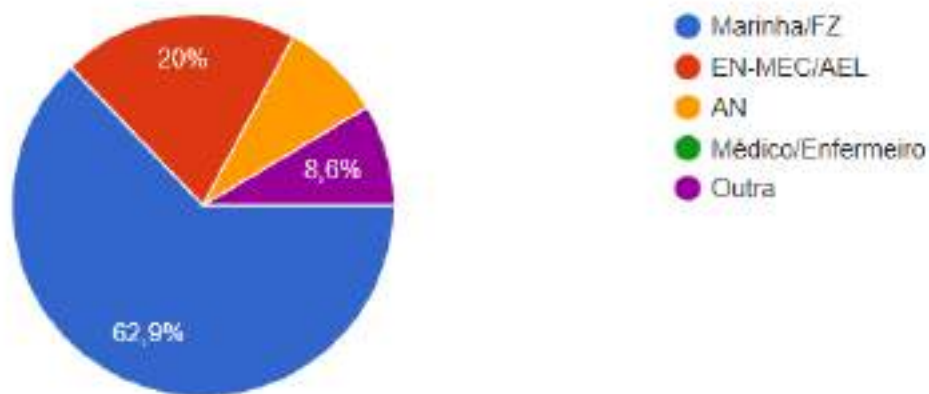


FIGURA 5.2: Respostas ao inquérito: classe

Em relação ao conhecimento sobre o treino de cenários de catástrofe, as respostas foram atribuídas numa escala de 1 (Nenhum) a 5 (Perito). Verificou-se que a maioria dos inquiridos possuía algum conhecimento acerca deste assunto (Tabela 5.2).



### 5.1. Análise de Resultados

TABELA 5.2: Respostas ao inquérito: conhecimento sobre o treino de cenários de catástrofe

1		2		3		4		5	
%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas
11,4	4	25,8	9	45,7	16	17,1	6	0	0

Sistema de Pontuação: 1 - Nenhum; 2 - Pouco; 3 - Algum; 4 - Muito; 5 - Perito

Por último, o número de participações em situações reais de desastre foi questionada e verificou-se que 45,7% dos inquiridos já tinha participado entre 1 e 2 vezes, 45,7% ainda não tinha participado em nenhuma e a restante percentagem tinha participado entre 3 e 4 vezes (Figura 5.3).

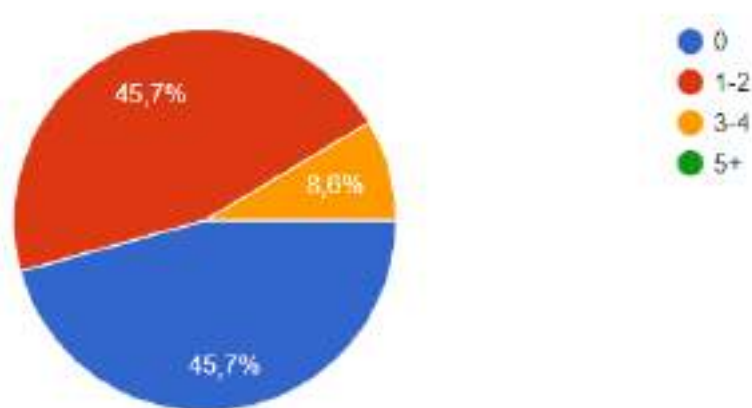


FIGURA 5.3: Respostas ao inquérito: número de participações em situações de desastre

Na **terceira secção** do inquérito, pretendeu-se avaliar o grau de conhecimento dos inquiridos, relativamente à tecnologia de Realidade Virtual. Realizaram-se sete questões, todas elas para verificar o conhecimento dos inquiridos em relação à aplicação desta tecnologia. Três das Sete questões colocadas, foram atribuídas respostas numa escala de 1 (Nenhuma) a 5 (Perito), sugerindo que os inquiridos possuem algum conhecimento sobre RV, com 71,5% das respostas entre 3 e 5 (Tabela 5.3).

Em relação à familiaridade com aplicações em RV e com soluções de formação/ensino em RV, verificou-se que a maior percentagem se localizava nas respostas 2 e 3 (Tabela 5.3).

TABELA 5.3: Respostas ao inquérito: conhecimento da tecnologia RV e familiaridade com aplicações e soluções de ensino RV

	1		2		3		4		5	
	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas
Conhecimento da tecnologia RV	5,7	2	22,9	8	45,8	16	22,9	8	2,9	1
Familiaridade com aplicações RV	11,4	4	34,3	12	31,4	11	22,9	8	0	0
Familiaridade com soluções de ensino RV	14,3	5	31,4	11	40	14	11,4	4	2,9	1

Sistema de Pontuação: 1 - Nenhum; 2 - Pouco; 3 - Algum; 4 - Muito; 5 - Perito

Os dados da Tabela 5.4 traduzem o conhecimento dos inquiridos acerca da tecnologia de RV.

TABELA 5.4: Respostas ao inquérito: conhecimento da tecnologia RV

	Sim		Não		Não sei	
	%	Resposta	%	Resposta	%	Respostas
Observação de demonstração de RV ?	62,9	22	17,1	6	20	7
Conhece a diferença entre RV e RA ?	60	21	34,3	12	5,7	2
Conhece aplicações da tecnologia RV em treino militar ?	37,1	13	51,4	18	11,4	4

As respostas demonstram que a maioria dos inquiridos já tinham observado demonstrações em RV (62,9%) e conheciam a diferença entre RV e RA (60%), no entanto metade dos inquiridos não tinha conhecimento de aplicações RV em treino militar (51,5%). O gráfico da Figura 5.4 representa graficamente as respostas obtidas na Tabela 5.4.

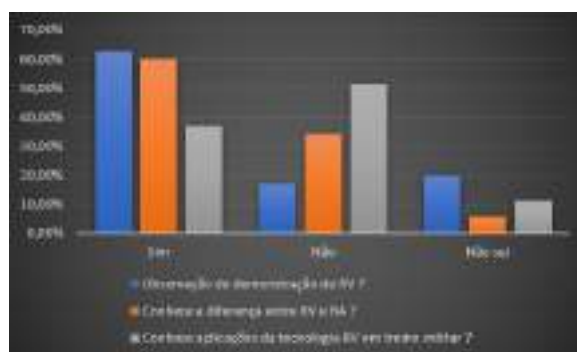


FIGURA 5.4: Respostas ao inquérito: conhecimento tecnologia RV

De seguida, o gráfico da Figura 5.5 mostra as áreas em que, na opinião dos inquiridos, a RV pode ser aplicada, destacando-se a área dos Jogos, Navegação e Treino militar.



FIGURA 5.5: Áreas de Aplicação de Realidade Virtual

Os resultados demonstrados revelam que, os inquiridos apesar de terem apenas alguma familiaridade e algum conhecimento sobre a tecnologia RV, reconhecem a sua aplicabilidade em diversas áreas.

Na **quarta secção** do inquérito, pretendeu-se apurar a usabilidade da solução usando o *System Usability Scale* (SUS) - sistema que avalia a usabilidade da solução a partir de 10 questões padrão (McLellan *et al.*, 2012). Todas as perguntas têm respostas associadas numa escala de 1 (Discordo Completamente) a 5 (Concordo plenamente), e têm como objetivo avaliar a Usabilidade da plataforma. Inicialmente, realizou-se a análise dos gráficos obtidos pela ferramenta do Google e posteriormente aplicou-se o método SUS.

Através da análise de resultados representados na Tabela 5.5, verificou-se que 71,4% dos inquiridos concordavam com o **uso deste sistema com frequência**, 20% não concordavam nem discordavam e 8,6% discordavam.

Em relação à **complexidade da solução**, averiguou-se que a maior percentagem dos inquiridos não considera este sistema desnecessariamente complexo com pontuações incidentes nos valores 1 e 2. Por outro lado, na questão que avaliava a **simplicidade do sistema**, a maior percentagem de respostas encontra-se no valor 3 e 4.

As respostas demonstram que a maioria dos inquiridos não precisa da ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema, como também consideram que o **sistema era consistente**.

Em relação às **funções do sistema**, 60% dos inquiridos consideram que as funções do sistema estavam muito bem integradas, 31,4% não concordavam nem discordavam e 8,6% discordavam.

Cerca de 74,3% dos inquiridos consideram que as pessoas iriam aprender a **usar o sistema rapidamente** e 25,7% não concordavam nem discordavam.

As respostas demonstram que a maioria dos inquiridos sentia-se **confiante ao usar o sistema**, como também o considerava **fácil de usar**.

Verificou-se que a grande maioria (71,4%) discordava com a **necessidade de aprender coisas novas** antes de usar o sistema, 22,9% não concordava nem discordava e 5,7% dos inquiridos são da opinião que seria necessário existir um enquadramento acerca do sistema.

TABELA 5.5: Respostas ao inquérito SUS

	1		2		3		4		5	
	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas
Gostaria de usar este sistema com frequência	0	0	8,6	3	20	7	60	21	11,4	4
O sistema é desnecessariamente complexo	37,1	13	37,1	13	20	7	5,7	2	0	0
o sistema é fácil de usar	0	0	5,7	2	31,4	11	42,9	15	20	7
Precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema	25,7	9	37,1	13	28,6	10	2,9	1	5,7	2
O sistema apresenta muita inconsistência	25,7	9	40	14	25,7	9	5,7	2	2,9	1
As várias funções do sistema estão muito bem integradas	0	0	8,6	3	31,4	11	37,1	13	22,9	8
Imagino que as pessoas aprenderão a usar o sistema rapidamente	0	0	0	0	25,7	9	42,9	15	31,4	11

## 5.1. Análise de Resultados

Senti-me confiante ao usar o sistema	0	0	20	7	11,4	4	45,7	16	22,9	8
o sistema é confuso de utilizar	28,6	10	48,6	17	11,4	4	11,4	4	0	0
precisei de aprender coisas novas antes de conseguir usar o sistema	31,4	11	40	14	22,9	8	5,7	2	0	0

Sistema de Pontuação: 1 - Discordo Completamente; 2 - Discordo; 3 - Não Concordo Nem Discordo 4 - Concordo 5 - Concordo Plenamente

De um modo geral, verificou-se que a maioria dos inquiridos gostaria de utilizar o sistema com frequência, considerando o sistema fácil de usar, pois não encontraram necessidade de aprender novas técnicas nem pedir auxílio a alguém com conhecimentos técnicos sobre o sistema. Na generalidade, consideram o sistema consistente, simples e com as funções bem integradas, sentindo-se confiantes em usá-lo, defendendo que as pessoas iriam aprender facilmente a utilizá-lo.

Para aplicar o SUS, foi necessário realizar a moda dos valores de cada uma das perguntas dos inquiridos, por forma a conhecer a resposta mais frequente à questão (Tabela 5.6).

TABELA 5.6: Moda dos valores das perguntas - SUS

Pergunta	Moda
1	4
2	1
3	4
4	2
5	4
6	2
7	4
8	2
9	4
10	2

De seguida, fez-se a aplicação dos cálculos previstos no método SUS. Para as perguntas cujo número é ímpar, subtrai-se o valor por o número 1 e para as perguntas cujo número é par, subtrai-se o seu valor ao número 5 (Tabela 5.7).

TABELA 5.7: Cálculo inicial - SUS

Pergunta	Moda	Cálculo Inicial
1	4	$4 - 1 = 3$
2	1	$5 - 1 = 4$
3	4	$4 - 1 = 3$
4	2	$5 - 2 = 3$
5	4	$4 - 1 = 3$
6	2	$5 - 2 = 3$
7	4	$4 - 1 = 3$
8	2	$5 - 2 = 3$
9	4	$4 - 1 = 3$
10	2	$5 - 2 = 3$

Posteriormente, com o cálculo inicial feito, é realizada a soma de todos os valores resultantes deste, e multiplicado esse valor por 2,5, dando o resultado da usabilidade (Tabela 5.8).

TABELA 5.8: Cálculo SUS

Cálculo Inicial	Soma	Multiplicação	Resultado SUS
$4 - 1 = 3$			
$5 - 1 = 4$			
$4 - 1 = 3$			
$5 - 2 = 3$	$= 31$	$\times 2,5$	$= 77,5$
$4 - 1 = 3$			
$5 - 2 = 3$			
$4 - 1 = 3$			
$5 - 2 = 3$			
$4 - 1 = 3$			
$5 - 2 = 3$			
$4 - 1 = 3$			
$5 - 2 = 3$			

Segundo o sistema SUS, o valor mínimo pela qual um sistema é considerado como eficaz na sua usabilidade é 68, neste caso foi atingido o valor 77,5. Na tabela seguinte é representada a escala de avaliação SUS (Tabela 5.9).

TABELA 5.9: Avaliação SUS  
Fonte: Adaptado de Sauro (2011).

Pontuação SUS	Nota	Adjetivo Correspondente
> 80,3	A	Excelente
68 - 80,3	B	Bom
68	C	Razoável
51 - 68	D	Mau
< 51	F	Muito Mau

Desta forma, conseguimos dar resposta à QD4 - A solução de Realidade Virtual obtida é eficaz para o treino de situações de catástrofe? -, através da análise de resultados e com a aplicação do SUS, verificou-se que a solução criada é eficaz para o treino de situações de catástrofe.

Na **quinta secção** do inquérito, pretendeu-se avaliar as características do protótipo, por forma a verificar as sensações que a plataforma desempenhava no utilizador.

Iniciou-se por verificar a forma como a solução de RV transmitia a missão (Tabela 5.10) a realizar e as regras a serem seguidas (Tabela 5.11), tendo-se verificado que a maioria dos inquiridos considerava Muito Boa.

TABELA 5.10: Respostas ao inquérito: a forma como a solução RV transmite a missão a executar

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
0	0	2,9	1	20	7	60	21	17,1	6

Sistema de Pontuação: 1 - Mau; 2 - Razoável; 3 - Bom 4 - Muito Bom 5 - Excelente

TABELA 5.11: Respostas ao inquérito: a forma como a solução RV transmite as regras a seguir

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
2,9	1	0	0	20	7	60	21	17,1	6

Sistema de Pontuação: 1 - Mau; 2 - Razoável; 3 - Bom 4 - Muito Bom 5 - Excelente

As respostas demonstram que a maioria dos inquiridos considera Muito Boa a forma como a solução RV estabelecia interação e fornecia informações durante a ação (Tabela 5.12) e Nem Complexa Nem Simples, a forma como a solução RV é utilizada (Tabela 5.13) .

TABELA 5.12: Respostas ao inquérito: a forma como a solução de Realidade Virtual estabelece uma interação e fornece informações durante a ação é

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
0	0	5,7	2	20	7	54,3	19	20	7

Sistema de Pontuação: 1 - Mau; 2 - Razoável; 3 - Bom 4 - Muito Bom 5 - Excelente

TABELA 5.13: Respostas ao inquérito: a forma como a solução de Realidade Virtual é utilizada é

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
0	0	2,9	1	45,7	16	31,4	11	20	7

Sistema de Pontuação: 1 - Muito Complexa; 2 - Complexa; 3 - Nem Complexa Nem Simples 4 - Simples; 5 -Muito Simples

Verificou-se que a maioria dos inquiridos considera que a solução RV motiva na realização de tarefas, tendo 91,4% das respostas nos valores de 3 a 5 (Tabela 5.14), como também dispunha de forma positiva o meio envolvente e o contexto da ação - valores de 3 a 5 (94,3%) representados na Tabela 5.15.

TABELA 5.14: Respostas ao inquérito: forma como a solução de Realidade Virtual motiva na realização das tarefas é

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
5,7	2	2,9	1	28,6	10	45,7	16	17,1	6

Sistema de Pontuação: 1 - Mau; 2 - Razoável; 3 - Bom 4 - Muito Bom 5 - Excelente



## 5.1. Análise de Resultados

TABELA 5.15: Respostas ao inquérito: a forma como a solução de Realidade Virtual dispõem o meio envolvente e o contexto da ação é

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
2,9	1	2,9	1	28,6	10	48,6	17	17,1	6

Sistema de Pontuação: 1 - Mau; 2 - Razoável; 3 - Bom 4 - Muito Bom 5 - Excelente

Ao nível das emoções e sentimentos averiguou-se que 82,8% das respostas se localiza nos valores 3 a 5 (Tabela 5.16) e a maioria considera Muito Boa a forma como a dificuldade aumentava com a progressão dos níveis (Tabela 5.17).

TABELA 5.16: Respostas ao inquérito: a forma como a solução de Realidade Virtual desperta sentimentos e emoções durante a sua execução das ações é

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
5,7	2	11,4	4	34,3	12	37,1	13	11,4	4

Sistema de Pontuação: 1 - Mau; 2 - Razoável; 3 - Bom 4 - Muito Bom 5 - Excelente

TABELA 5.17: Respostas ao inquérito: a forma como a solução de Realidade Virtual estabelece os níveis de progressão em função da dificuldade é

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
0	0	2,9	1	25,7	9	54,3	19	17,1	6

Sistema de Pontuação: 1 - Mau; 2 - Razoável; 3 - Bom 4 - Muito Bom 5 - Excelente

Por último, analisou-se se o sistema permitia o desenvolvimento de competências nos formandos (Tabela 5.18) como também, se tinha aderência a situações reais (Tabela 5.19). Verificou-se que a maioria das respostas se encontrava entre os valores 3 e 4.

TABELA 5.18: Respostas ao inquérito: a forma como a solução RV permite desenvolver as competências dos formandos

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
2,9	1	5,7	2	31,4	11	42,9	15	17,1	6

Sistema de Pontuação: 1 - Mau; 2 - Razoável; 3 - Bom 4 - Muito Bom 5 - Excelente

TABELA 5.19: Respostas ao inquérito: a forma como a solução RV tem aderência a situações reais é

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
0	0	5,7	2	31,4	11	45,7	16	17,1	6

Sistema de Pontuação: 1 - Mau; 2 - Razoável; 3 - Bom 4 - Muito Bom 5 - Excelente

Concluimos a partir das respostas dos inquiridos que de forma geral a solução construída conseguiu satisfazer os requisitos pretendidos.

Depois de testada a eficácia da solução, a **sexta secção** do inquérito, pretendeu apurar a opinião dos inquiridos acerca da solução construída. Realizou-se uma avaliação global, por forma a verificar a opinião do utilizador em relação a soluções de Realidade Virtual no ensino e formação.

Cerca de 88,6% dos inquiridos considera que RV para treino de situações de catástrofe traz benefícios (Tabela 5.20) e 91,4% defendem que este método de aprendizagem é suscetível de cativar os formandos (Tabela 5.21).

TABELA 5.20: Respostas ao inquérito: qual o benefício do uso de Realidade Virtual para treinar os cenários de catástrofe antes do desempenho real

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
0	0	0	0	11,4	4	60	21	28,6	10

Sistema de Pontuação: 1 - Nenhum; 2 - Pouco; 3 - Algum 4 - Muito 5 - Excepcional

TABELA 5.21: Respostas ao inquérito: considera que um método de aprendizagem baseado em RV, suscetível de cativar os formandos/alunos

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
0	0	0	0	8,6	3	54,3	19	37,1	13

Sistema de Pontuação: 1 - Nada; 2 - Pouco; 3 - Razoavelmente; 4 - Bastante; 5 - Muito

Ao nível do realismo em comparação com um cenário real, as opiniões foram mais divididas, sendo que a maioria dos inquiridos respondeu entre o nível 3 e 4 (Tabela 5.22).

## 5.1. Análise de Resultados

TABELA 5.22: Respostas ao inquérito: qual o grau de realismo da solução de Realidade Virtual relativamente a um cenário real

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
2,9	1	11,4	4	45,7	16	28,6	10	11,4	4

Sistema de Pontuação: 1 - Nenhum; 2 - Pouco; 3 - Algum 4 - Muito 5 - Excecional

Verificou-se que a maioria dos inquiridos considera a solução de simples utilização na globalidade (Tabela 5.23), e avalia positivamente a qualidade da solução tendo em conta que se trata de um protótipo (Tabela 5.24).

TABELA 5.23: Respostas ao inquérito: classifique globalmente a facilidade de utilização da solução de Realidade Virtual

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
2,9	1	0	0	31,4	11	48,6	17	17,1	6

Sistema de Pontuação: 1 - Muito Difícil; 2 - Difícil; 3 - Nem Difícil Nem Fácil 4 - Fácil 5 - Muito Fácil

TABELA 5.24: Respostas ao inquérito: tendo em conta que o artefacto é um protótipo, como avaliaria globalmente a qualidade da prova de conceito

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
0	0	2,9	1	22,9	8	42,9	15	31,4	11

Sistema de Pontuação: 1 - Mau; 2 - Razoável; 3 - Bom 4 - Muito Bom 5 - Excelente

A maioria considera o conceito de ensino inovador ao nível do conteúdo (Tabela 5.25), como também defendia que as tecnologias como a RV podem ser utilizadas para melhorar a transmissão de conceitos e práticas no ensino e na formação (Tabela 5.26).

TABELA 5.25: Respostas ao inquérito: considera o conceito de ensino apresentado inovador para o tipo de conteúdo

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
0	0	2,9	1	14,3	5	48,6	17	34,3	12

Sistema de Pontuação: 1 - Nada; 2 - Pouco; 3 - Razoavelmente; 4 - Bastante; 5 - Muito

TABELA 5.26: Respostas ao inquérito: pensa que tecnologias como a Realidade Virtual podem ser utilizadas para melhorar a transmissão de conceitos e práticas no ensino e na formação

1		2		3		4		5	
%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Resposta:	%	Respostas
0	0	0	0	11,4	4	48,6	17	40	14

Sistema de Pontuação: 1 - Nada; 2 - Pouco; 3 - Razoavelmente; 4 - Bastante; 5 - Muito

Os resultados obtidos, expressaram na generalidade, aceitação da solução apresentada, como também, de outras soluções de Realidade Virtual para apoio do ensino e formação, com a maior percentagem das respostas situando-se acima do valor 4.

As questões de desenvolvimento colocadas no final do inquérito, permitiram obter opiniões distintas sobre possíveis melhorias da solução desenvolvida (Apêndice C).

## 5.2 Análise Estatística

Na presente seção, realizou-se a análise estatística, por forma a validar as respostas dos inquiridos às questões derivadas (QD4 e QD5).

Inicialmente, formularam-se hipóteses -  $H_0$ , hipótese nula e  $H_1$ , hipótese alternativa que pretendemos validar -, sendo que a resposta dos inquiridos é representada por um  $X$  - variável aleatória da distribuição amostral constituída por valores de 1 a 5. Seguidamente, averiguou-se se o valor médio dos resultados da amostra se podia generalizar - situando essa média acima do valor 3 - e decidiu-se utilizar nos testes unidireccionais o *test-t*, visto estarmos na presença de uma amostra com a média e variância da população desconhecida, tendo-se efetuado os testes de hipóteses para um nível de significância *alfa* de 0,01.

QD4 - A solução de Realidade Virtual obtida é eficaz para o treino de situações de catástrofe?

- $H_0$ : A solução de Realidade Virtual obtida **não é eficaz** para o treino de situações de catástrofe.
- $H_1$ : A solução de Realidade Virtual obtida **é eficaz** para o treino de situações de catástrofe.

Para validar a QD4, efectuaram-se testes de hipóteses a diversas respostas - obtidas dos inquéritos - das seguintes perguntas:

1. **Qual o benefício** do uso de Realidade Virtual para treinar os cenários de catástrofe antes do desempenho real?

- $H_0$ : Não ( $X \leq 3$ )
  - $H_1$ : Sim ( $X > 3$ )
2. **Qual o grau de realismo** da solução de Realidade Virtual relativamente a um cenário real?
- $H_0$ : Não ( $X \leq 3$ )
  - $H_1$ : Sim ( $X > 3$ )
3. Tendo em conta que o artefacto é um protótipo, **como avaliaria globalmente** a qualidade da prova de conceito?
- $H_0$ : Não ( $X \leq 3$ )
  - $H_1$ : Sim ( $X > 3$ )

Com os resultados obtidos ao teste de hipóteses das respostas anteriormente mencionadas, construiu-se a Tabela 5.27.

TABELA 5.27: Dados de análise estatística da QD4

	<i>Pergunta 1</i>	<i>Pergunta 2</i>	<i>Pergunta 3</i>
Contagem	35	35	35
Média	4,17	3,34	4,03
Desvio-padrão	0,62	0,94	0,82
Erro-padrão	0,10	0,16	0,14
valor t	11,22	2,16	7,40
<i>p-value</i>	2,82407e-13	0,01881132	6,93756e-09

De acordo com os valores obtidos na tabela, é possível concluir que existe grande probabilidade de  $H_0$  ser rejeitado na primeira e terceira questão, pois para haver rejeição é necessário que o *p-value* seja inferior a *alfa* ( $p\text{-value} < 0,01$ ). Na questão dois, verificou-se que para o nível de significância selecionado esta não é rejeitada mas, caso o nível de significância utilizado fosse 0,05 (*alfa* = 0,05), era possível afirmar que existia uma evidência significativa contra a hipótese nula, visto que *p-value* era inferior a *alfa* ( $p\text{-value} < 0,05$ ) (Morais, 2005). Desta forma, é possível afirmar que a maioria das respostas às questões 1 e 3 estão acima do valor 3, concluindo que existe elevada probabilidade de  $H_0$  da Q4 ser rejeitada. Assim, conclui-se que a solução de Realidade Virtual obtida **é eficaz** para o treino de situações de catástrofe, necessitando de melhorias ao nível do realismo comparado com um cenário real.

QD5 - A Realidade Virtual tem vantagens na formação?

- $H_0$ : **Não existem vantagens** no uso da Realidade Virtual na formação
- $H_1$ : **Existem vantagens** no uso da Realidade Virtual na formação

Para avaliar a QD5, efectuaram-se testes de hipóteses às respostas - dos inquiridos - das seguintes perguntas:

1. Considera o conceito de ensino apresentado inovador para o tipo de conteúdo?
  - $H_0$ : Não ( $X \leq 3$ )
  - $H_1$ : Sim ( $X > 3$ )
2. Considera que um método de aprendizagem baseado em RV, suscetível de cativar os formandos/alunos?
  - $H_0$ : Não ( $X \leq 3$ )
  - $H_1$ : Sim ( $X > 3$ )
3. Pensa que tecnologias como a Realidade Virtual podem ser utilizadas para melhorar a transmissão de conceitos e práticas no ensino e na formação?
  - $H_0$ : Não ( $X \leq 3$ )
  - $H_1$ : Sim ( $X > 3$ )

Com os resultados obtidos ao teste de hipóteses das respostas anteriormente mencionadas, construiu-se a seguinte tabela (Tabela 5.19).

TABELA 5.28: Dados de análise estatística da QD5

	<i>Pergunta 1</i>	<i>Pergunta 2</i>	<i>Pergunta 3</i>
Contagem	35	35	35
Média	4,14	4,29	4,29
Desvio-padrão	0,77	0,62	0,67
Erro-padrão	0,13	0,11	0,11
valor t	8,75	12,23	11,40
<i>p-value</i>	1,57219e-10	2,63064e-14	1,84671e-13

Através da análise da tabela anterior, é possível concluir que existe uma evidência altamente significativa contra  $H_0$ , visto que *p-value* é inferior a *alfa* (*p-value* < 0,01) (Morais, 2005). Assim, podemos afirmar que existe grande probabilidade de  $H_0$  ser rejeitado para as três questões como também para a QD5. Desta forma, conclui-se que **existem vantagens** no uso da Realidade Virtual na formação.

Em síntese, através da análise dos resultados obtidos, é possível concluir que a solução realizada é eficaz para treino de situações de catástrofe, como também existem vantagens no uso de Realidade Virtual na formação.

## 5.3 *Análise Eye Tracker*

Na presente seção, realizou-se uma análise descritiva de resultados provenientes de um processo de rastreamento ocular. Este, realiza medições e regista o comportamento do olho durante o desempenhar de tarefas, neste caso, no cumprimento das missões da solução construída.

Pretende-se através da utilização de um *Eye Tracker Pupil Core* (Figura 5.6), da *Pupil Labs* - equipamento eletrónico que realiza o registo e faz a monitorização de todos os movimentos oculares - visualizar as posições de fixação ocular para analisar o nível de atenção de cada participante durante a realização das missões.



FIGURA 5.6: *Eye Tracker Pupil Core (Pupil Labs)*

Previamente à realização de cada sessão de foi realizada a calibração do equipamento através de marcas de ecrã. Foram realizadas 3 sessões de teste, envolvendo 3 aspirantes da Escola Naval, sendo dois da classe de Marinha e um da classe de Engenharia Naval ramo de Armas e Eletrónica, tendo-se efetuado uma análise descritiva através de observações dos pontos de fixação (Figura 5.7) e das linhas entre pontos de fixação (*saccade*) (Figura 5.8), permitindo desta forma retratar a situação em estudo (Hareide, 2019).

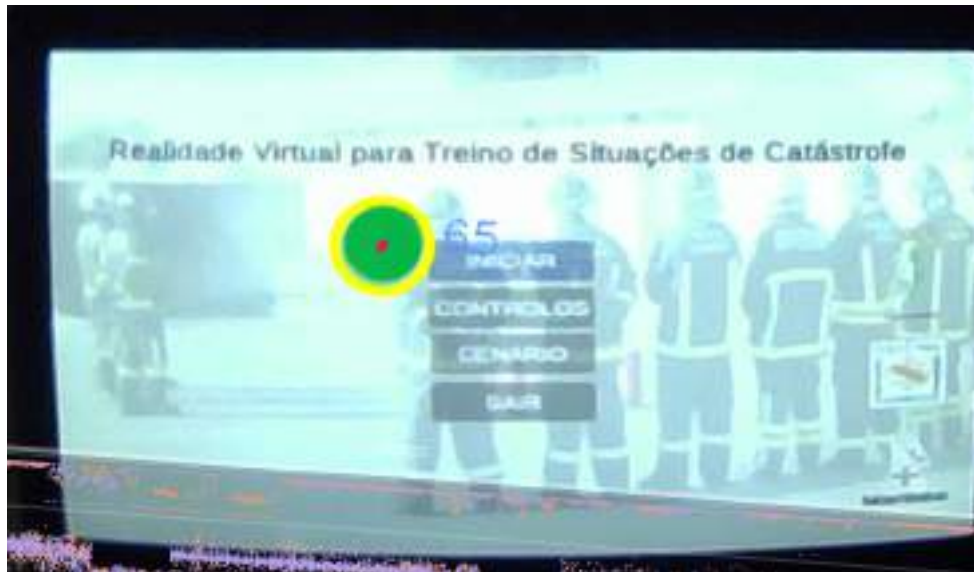


FIGURA 5.7: Ponto de Fixação

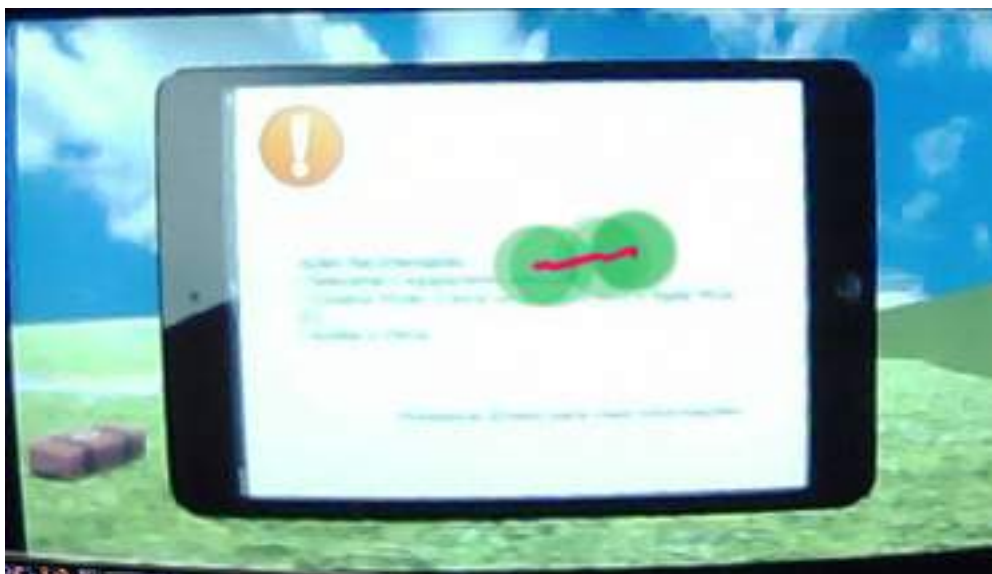


FIGURA 5.8: *Saccade*

Durante a realização das tarefas verificou-se que nos níveis de menor dificuldade - Nível 1 e Nível 2 - os participantes que realizaram uma leitura mais demorada do enquadramento da missão - verificado através do número de pontos de fixação (Figura 5.9) - fixaram mais rapidamente os objetos necessários para o cumprimento da tarefa, como também, chegaram à meta mais facilmente.



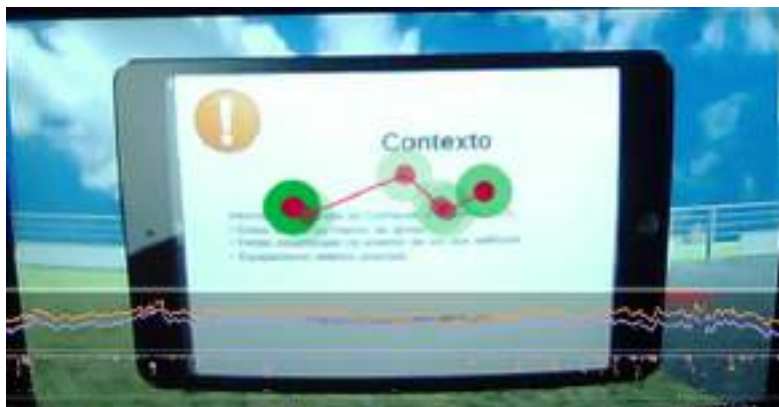


FIGURA 5.9: Leitura mais lenta

No Nível 3, por ser a tarefa com maior grau de dificuldade, verificou-se o fenómeno descrito por Rayner (1998), ambos utilizadores realizaram mais fixações e *saccades* mais rápidos, por forma a localizar a igreja e os objetos necessários a reparar o equipamento elétrico avariado, sendo que um *saccade* pode ser o resultado da procura de informação, através do varrimento de uma área (Figura 5.10). Já a ocorrência de uma fixação pode significar a atenção do utilizador nos objetos que o atraíram, como também no cumprimento da missão.

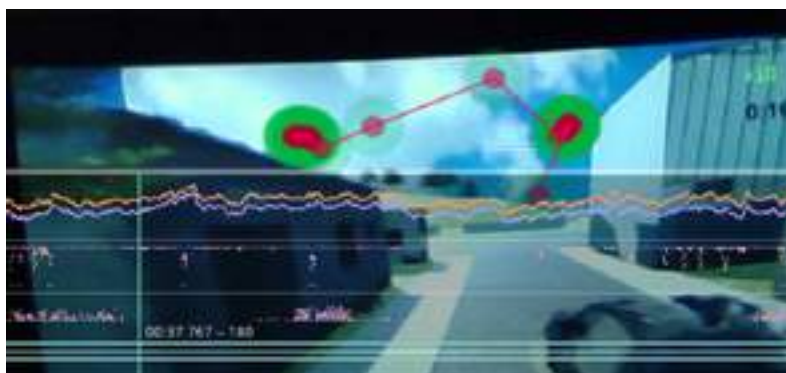


FIGURA 5.10: Varrimento da área

Desta forma, não havendo dados para realizar uma conclusão com significância estatística, é possível sugerir que a solução construída desperta a atenção dos utilizadores, como também, que o Nível 3 suscita mais movimentos oculares nos participantes por ser o nível de maior dificuldade, podendo estas reações serem originadas pela utilização dos pontos 2, 3, 6 e 8 do *Octalysis* - pontos associados à motivação extrínseca, motivando o utilizador a querer atingir o objetivo com os melhores resultados.



# Conclusão

## Apreciações Finais

A presente dissertação de mestrado, elaborada no âmbito do projeto THEMIS, que desenvolveu várias ferramentas inteligentes para apoio em situações de Gestão de Desastres, é um contributo para este projeto, designadamente como ferramenta que contribui para a fase preparação das equipas de resposta a desastres, e teve por objetivo a construção de uma solução em Realidade Virtual para treino de situações de catástrofe. A investigação realizada permitiu obter conhecimento sobre diversos assuntos e conceitos, principalmente nas áreas da conceção de jogos.

A metodologia utilizada nesta dissertação foi a DSR por forma a explicar os passos a serem percorridos na sua elaboração. Inicialmente, foi realizado um estudo sobre a gamificação, *storyboard*, motores de jogo e realidade virtual, recorrendo a diversas fontes bibliográficas, por forma a recolher conhecimento que reflita o estado-da-arte sobre estes temas.

Assim que foram definidos os requisitos que se pretendiam para a plataforma e consolidados os conhecimentos necessários, realizou-se o estudo sobre Gestão de Desastres para fazer o levantamento de métodos a implementar na plataforma de ensino desenvolvida.

Definidos os requisitos e métodos a aplicar, iniciou-se a construção dos diversos *storyboards*, para posteriormente, iniciar o desenvolvimento do protótipo através da plataforma *Unity*.

A fim de validar o protótipo, realizou-se um inquérito, verificando se tinham sido atingidos os requisitos anteriormente selecionados. Os dados obtidos no inquérito, foram alvo de uma análise, com o objetivo de verificar a usabilidade da aplicação, como também a reação dos inquiridos à tecnologia da Realidade Virtual. Efectuou-se também uma análise sumária com um sistema *eye-tracker*, para confirmar os resultados obtidos, através do comportamento do movimento ocular dos participantes. Com base no trabalho apresentado, pode-se afirmar que os objetivos propostos foram alcançados.

O cumprimento do objetivo de investigação foi sendo consolidado através da resposta às questões derivadas, que contribuíram para permitir responder à questão principal formulada no Introdução desta dissertação.

QD1 – “Quais as técnicas adequadas para criar ambientes sintéticos?”

Para a elaboração de uma solução do tipo visado pela presente dissertação verificou-se a possibilidade de optar por diversos métodos.

O desenvolvimento da dissertação inicia-se com um levantamento inicial de requisitos, que auxiliou as escolhas a efetuar posteriormente, pois, através da análise de vários métodos foi possível selecionar quais aqueles que mais se adaptavam à solução a desenvolver.

Desta forma, verificou-se que para a aplicar a gamificação, era necessário o uso do método DT e *Octalysis*, pelo facto de se complementarem um ao outro. O DT numa fase inicial para gerar ideias e seleccioná-las e o *Octalysis* na fase de aplicação da gamificação.

Seguidamente, ao analisar os diversos motores de jogo, averiguou-se que para um iniciante, o *Unity* era aquele que reunia as melhores características, pois, conseguia desempenhar todas as funções necessárias para o desenvolvimento de um ambiente sintético, adicionando-lhe a variedade de espólio disponível - elemento essencial para auxiliar a construção - e a simplicidade da linguagem de programação - C#.

Por fim, verificou-se que na existência de várias metodologias para construir um *storyboard*, aquele que reunia as melhores características para o desenho de uma plataforma de ensino era o *VideoGame Storyboard*.

QD2 – “Quais as tecnologias a usar para implementar ambientes sintéticos?”

Realizou-se uma análise no conceito de jogos, considerando três tecnologias possíveis de aplicar (RV, RA e jogos de tabuleiro).

Com o levantamento inicial de requisitos definiu-se que era pretendido criar um ambiente totalmente virtual, sendo a RV, é a única tecnologia capaz de o realizar, desta forma é a mais adequada para implementar ambientes sintéticos.

QD3 – “Que procedimentos treinar num ambiente virtual?”

Analisou-se a Gestão de Desastres e verificou-se que no âmbito do DISTEX - exercício de treino de cenários de desastres realizado na ETNA, para proporcionar formação às guarnições de navios -, são treinados pelas equipas de resgate os métodos de busca e salvamento urbano, como também, combate a incêndios.

QD4 - A solução de Realidade Virtual obtida é eficaz para o treino de situações de catástrofe?

Através da análise apresentada no capítulo 5, verificou-se que a solução construída tem uma boa Usabilidade.

Iniciou-se a avaliação através da análise do questionário enviado, tendo-se verificado que a maioria dos inquiridos gostaria de utilizar o sistema com frequência, considerando o sistema fácil de usar, pois não encontraram necessidade de aprender novas técnicas nem pedir auxílio a alguém com conhecimentos técnicos sobre o sistema. Na generalidade, consideraram o sistema consistente, simples e com as funções bem integradas, sentindo-se confiantes ao usar o sistema e defendendo que as pessoas iriam aprender facilmente a utilizá-lo.

Posteriormente, para reforçar a análise realizada anteriormente, efectuou-se uma avaliação utilizando o SUS. Segundo o sistema SUS, o valor mínimo pela qual um sistema é considerado como eficaz na sua usabilidade é 68, na aplicação deste método verificou-se que o valor atingido foi 77,5 - Bom na avaliação SUS demonstrado na Tabela 5.21.

#### QD5 - A Realidade Virtual tem vantagens na formação?

A Realidade Virtual revelou-se uma ferramenta que pode ser utilizada na formação. A sua tecnologia permite tornar o treino das situações de catástrofes mais dinâmico, promovendo a interação entre o formando e o meio virtual que o rodeia, facilitando na retenção de conhecimento.

O uso da Realidade Virtual para treino de situações de catástrofes, pode ocorrer em vários cenários, desta forma cativa os formandos e melhora o seu desempenho na missão.

Através da análise de resultados, verifica-se que 82,9% dos inquiridos consideram que o conceito de ensino oferecido pela Realidade Virtual é inovador e 91,2% considera suscetível de cativar o interesse dos alunos, podendo ser uma forma de inovar o ensino e melhorar a transmissão de conceitos na formação (88,6%).

Com recurso às análises das respostas ao questionário de avaliação e através das respostas das questões derivadas, é possível responder à questão principal de investigação desta dissertação, “A utilização de ambientes sintéticos permite aos militares a obtenção de treino eficaz para situações de emergência?”.

Face às respostas dadas às questões derivadas, é possível afirmar que a Realidade Virtual, permite melhorar a qualidade do ensino e através do seu carácter inovador e eficaz, pode ser usada eficazmente no treino de situações de catástrofe.

O uso de simuladores para treino e formação é essencial e a Realidade Virtual pode tornar-se vantajosa, como referido anteriormente. Face à situação vivida atualmente, o uso de simuladores é cada vez mais uma opção, especialmente em treino. Aqui, existe a possibilidade de desenvolver cenários interativos que permitem o treino de catástrofes, tornando-se uma fase inicial antes de qualquer treino com meios reais, promovendo assim, a frequência de treino dado à guarnição sem custos adicionais. Assim, este trabalho, embora seja um protótipo com potencial para melhoria, representa a potencialidade que a RV aporta na formação e no treino militar.

Para além do trabalho descrito ao longo desta dissertação, é relevante salientar que foi submetido e aceite, após revisão por pares, um artigo científico relacionado com o meu tema de dissertação em co-autoria com o CALM Mário José Simões Marques e o Professor Anacleto Cortez Correia, entitulado "*Developing a Serious Game to Support Disaster Management Preparedness - A Design Thinking Approach*" (Simões-Marques *et al.*, 2020), apresentado na conferência internacional AHFE (*Applied Human Factors and Ergonomics*) que se inclui como Anexo (Apêndice F).

## Trabalho Futuro

O projeto desenvolvido nesta dissertação é uma demonstração da utilidade da tecnologia de Realidade Virtual. Existem diversos exemplos de simuladores que utilizam a RV com o intuito de treino, antes da execução real.

Apesar desta dissertação focar essencialmente esta tecnologia na vertente do ensino, tem como objetivo encorajar o seu uso pois, seria vantajoso, um enquadramento de uma formação iniciar pelo treino em RV. Destacam-se alguns projetos de investigação:

- Ampliar o conjunto dos cenários desenvolvidos para a plataforma RV, contemplando outros ambientes típicos de situações de desastre e o desempenho de papéis relacionados com outras equipas de resposta.
- Utilização de realidade virtual imersiva através do uso de óculos RV. Desta forma, traria mais realismo ao treino, permitindo estudar de forma mais eficaz esta vertente direcionada no ensino prático.
- Utilização de eye tracker na realidade virtual não imersiva para realizar uma avaliação cognitiva do utilizador através da análise de dados. Este processo iria trazer mais informações relativas ao uso da Realidade Virtual no ensino, pois iria avaliar as reações do utilizador através do comportamento ocular.

# Referências Bibliográficas

- Agisoft. (2016). *Agisoft PhotoScan V1.3 PRO* (Profession). Agisoft LLC. [www.agisoft.com](http://www.agisoft.com)
- Ahmad, M., Rahim, L. A. & Arshad, N. I. (2015). Modelling educational games through multi-domain framework in light of game play. *2nd International Symposium on Technology Management and Emerging Technologies, IST-MET 2015 - Proceeding*, (January), 378–383. <https://doi.org/10.1109/ISTMET.2015.7359063>
- Alexiou, A. & Schippers, M. C. (2018). Digital game elements, user experience and learning: A conceptual framework. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2545–2567. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9730-6>
- Andrade, A. (2015). *Game engines: a survey* (Vol. 2). <https://doi.org/10.4108/eai.5-11-2015.150615>
- Assis, P. (2007). *Artes do Videogame - Conceitos e Técnicas*. São Paulo, Alameda.
- Bates, B. (2004). Principles of Game Design. *Game Design*.
- Billinghurst, M. & Dünser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56–63. <https://doi.org/10.1109/MC.2012.111>
- Blair, L., Bowers, C., Cannon-Bowers, J. & Gonzalez-Holland, E. (2016). Understanding the Role of Achievements in Game-Based Learning. *International Journal of Serious Games*, 3(4), 47–56. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v3i4.114>
- Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard Business Review*, 86, 84–92.
- Burton, M. (2019). Storyboard Artist- Career Profile. <https://www.animationcareerreview.com/articles/storyboard-artist-career-profile>
- Christopoulou, E. & Xinogalos, S. (2017). Overview and Comparative Analysis of Game Engines for Desktop and Mobile Devices. *International Journal of Serious Games*, 4(4), 21–36. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v4i4.194>
- Cruz-Neira, C., Sandin, D. J. & DeFanti, T. A. (1993). Surround-screen projection-based virtual reality: The design and implementation of the CAVE, Em *Proceedings of the 20th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH 1993*. <https://doi.org/10.1145/166117.166134>
- de Campos, J. A. S. & Sampaio, F. F. (2005). Uma aplicação de realidade virtual não imersiva no Ensino de Astronomia. *SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, (November 2005), 103–113.
- Delucas, M. (2014). *GameMaker Game Programming with GML* (T. Gaitonde, I. Morbiwala & A. Nair, Eds.). Birmingham B3 2PB, UK., PACKT. [papers3://publication/uuid/9A45099A-0A5D-4A03-8D34-1B03BD369DC3](https://publication/uuid/9A45099A-0A5D-4A03-8D34-1B03BD369DC3)
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification, Em *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, MindTrek 2011*. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

- EMGFA. (2019a). 2362 Militares Empenhados em 29 Missões Internacionais em 2019. <https://www.emgfa.pt/noticias/Paginas/2362-militares-empenhados-em-29-missoes-internacionais-em-2019.aspx>
- EMGFA. (2019b). Navios da Marinha com 280 Militares já estão nas Flores para apoiar População. <https://www.emgfa.pt/noticias/Paginas/Navios-da-Marinha-com-280-militares-ja-estao-nas-Flores-para-apoiar-populacao.aspx>
- Fajardo Tovar, D., Jonker, V. & Hürst, W. (2020). Virtual Reality and Augmented Reality in education: A review. *Virtual Reality*, (January), 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00444-8>
- FEMA. (2020). Emergency Management in the United States - What Are Four Phases of Emergency. Obtido 15 março 2020, de [https://training.fema.gov/emiweb/downloads/is111%7B%5C\\_%7Dunit%204.pdf](https://training.fema.gov/emiweb/downloads/is111%7B%5C_%7Dunit%204.pdf)
- Fisher, G. (2014). *Blender 3D Basics Beginner's Guide* (J. Allie, O. Amrein, M. Dunn, J. Nieuwenhuizen & B. Rocz, Eds.; Second Edi). PACKT. <https://www.packtpub.com/hardware-and-creative/blender-3d-basics-second-edition>
- Friis Dam, R. & Siang Teo, Y. (2020). What is Design Thinking and why is it so popular? *Interaction Design Foundation*.
- Gonzalo-Iglesia, J. L., Lozano-Monterrubio, N. & Prades-Tena, J. (2018). Noneducational board games in university education. Perceptions of students experiencing game-based learning methodologies. *Revista Lusófona de Educação*, 41(41), 45–62. <https://doi.org/10.24140/issn.1645-7250.rle41.03>
- Haas, J. (2014). *A History of the Unity Game Engine An Interactive Qualifying Project Submitted to the Faculty of WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE in partial fulfillment of the requirements for graduation* (tese de doutoramento). Worcester Polytechnic Institute. <https://doi.org/10.1177/0002764205279423>
- Haesen, M., Meskens, J., Luyten, K. & Coninx, K. (2010). Draw Me a Storyboard: Incorporating Principles and Techniques of Comics to Ease Communication and Artefact Creation in User-Centred Design. *Proceedings of the 24th BSC Interaction Specialist Group Conference, BSC '10*, (January 2010), 133–142.
- Haj-Bolouri, A. (2015). The Notion of Users in Design Science Research, Em *38th Information Systems Research Seminar in Scandinavia (IRIS 38)*.
- Hakulinen, L., Auvinen, T. & Korhonen, A. (2013). Empirical study on the effect of achievement badges in TRAKLA2 online learning environment, Em *Proceedings - 2013 Learning and Teaching in Computing and Engineering, LaTiCE 2013*. <https://doi.org/10.1109/LaTiCE.2013.34>
- Hareide, O. S. (2019). *The use of Eye Tracking Technology in Maritime High-Speed Craft Navigation* (tese de doutoramento). Norwegian University of Science e Technology.
- Hart, J. (2007). *The art of the storyboard: A filmmaker's introduction* (Second Edi). Focal Press. <https://doi.org/10.4324/9780080552781>
- Ingleby, E. (2012). *Research methods in education* (Sixth Edit, Vol. 38). Routledge. <https://doi.org/10.1080/19415257.2011.643130>
- INSARAG. (2012). *INSARAG Guidelines and Methodology* (Vol. 2). United Nations.



- Jakobsen, P. V. (2008). *Nato's Comprehensive Approach To Crisis Response Operations*. Copenhagen, DIIS.
- Jew, A. (2013). *Professional Storyboarding*. <https://doi.org/10.4324/9780240817712>
- Juul, J. (2000). What computer games can and can't do. *Digital Arts and Culture Conference, Bergen (Norway)*.
- Juul, J. (2004). Introduction to Game Time / Time to play. *First Person*.
- Kim, S., Song, K., Lockee, B. & Burton, J. (2018). *Gamification in Learning and Education: Enjoy Learning Like Gaming* (D. Ifenthaler, S. J. Warren & D. Eseryel, Eds.). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-47283-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-47283-6_5)
- Kirner, C. (2007). *Realidade Aumentada : Conceitos , Projeto e Aplicações* (Vol. 1). Rio de Janeiro, Petrópolis. <http://ckirner.com/download/livros/Livro-RVA2007-1-28.pdf>
- Kuechler, B. & Petter, S. (2012). *Design Science Research in Information Systems* (N.º 1), College of Business Administration, Georgia State University. [https://doi.org/1756-0500-5-79\[pil\]r10.1186/1756-0500-5-79](https://doi.org/1756-0500-5-79[pil]r10.1186/1756-0500-5-79)
- Lacerda, D. P., Dresch, A., Proença, A. & Antunes Júnior, J. A. V. (2013). Design Science Research: Método de pesquisa para a engenharia de produção. *Gestão e Produção*, 20(4), 741–761. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>
- Li, W., Grossman, T. & Fitzmaurice, G. (2012). GamiCAD: A gamified tutorial system for first time AutoCAD users, Em *UIST'12 - Proceedings of the 25th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*.
- Lu, H. P. & Ho, H. C. (2020). Exploring the impact of gamification on users' engagement for sustainable development: A case study in brand applications. *Sustainability (Switzerland)*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/su12104169>
- Martin, M. W. & Shen, Y. (1970). *Defining and Leveraging Game Characteristics for Serious Games*, Old Dominion University.
- McLellan, S., Muddimer, A. & Peres, S. (2012). The effect of experience on system usability scale ratings. *Journal of Usability Studies*, 7(2), 56–67.
- Medicine, H., Vol, J. & Verio, M. (2015). Reflections on eLearning Storyboard for Interaction Design. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-39483-1>
- Miller, D. (2005). *The Story of Walt Disney*. New York, Disney Editions.
- Mladan, D. & Cvetkovic, V. (2013). Classification of emergency situations - Klasifikacija vanrednih situacija. *International scientific conference Archibald Reiss days.*, (January 2013), 275–291.
- Morais, C. (2005). *Descrição , análise e interpretação de informação quantitativa - Escalas de medida , estatística descritiva e inferência estatística*, Instituto Politécnico de Bragança.
- Mou, T.-y., Jeng, T.-s. & Chen, C.-h. (2013). From Storyboard to Story: Animation Content Development. *Educational Research and Reviews*, 8(13), 1032–1047. <https://doi.org/10.5897/ERR2013.1484>
- MP. (2014). Erupção Vulcânica na Ilha do Fogo em Cabo Verde. [https://www.marinha.pt/Conteudos%7B%5C\\_%7DExternos/RevistaArmada/%7B%5C\\_%7DFlipVersion/2016/files/assets/basic-html/page5.html](https://www.marinha.pt/Conteudos%7B%5C_%7DExternos/RevistaArmada/%7B%5C_%7DFlipVersion/2016/files/assets/basic-html/page5.html)

- MP. (2017). Marinha apoia o combate aos incêndios na região de Pedrogão Grande. <https://www.marinha.pt/pt/media-center/Noticias/Paginas/Marinha-apoia-o-combate-aos-incendios-na-regiao-de-Pedrogao-Grande.aspx>
- Novak, J. (2012). *Game Development Essentials Third Edition* (J. Gish & L. Main, Eds.; Third Edit). DELMAR.
- Nunes da Silva, A. (2011). *O Apoio Humanitário. Contributos das Forças Conjuntas e Combinadas* (tese de doutoramento). Instituto De Estudos Superiores Militares.
- OCHA. (2018). *United Nations Disaster Assessment and Coordination UNDAC Field Handbook*. United Nations. <https://doi.org/10.1108/dpm.1999.07308aag.017>
- Oliveira, S. & Cruz, M. (2018). The gamification octalysis framework within the primary english teaching process: The quest for a transformative classroom. *Revista Lusófona de Educação*, 41(41), 63–82. <https://doi.org/10.24140/issn.1645-7250.rle41.04>
- Pongnumkul, S., Wang, J. & Cohen, M. (2008). Creating mapbased storyboards for browsing tour videos. *UIST 2008 - Proceedings of the 21st Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, 13–22. <https://doi.org/10.1145/1449715.1449720>
- Produção de Jogos, P. (2018). Unity - Guia Completo sobre a Game Engine. Obtido 11 novembro 2019, de <https://producaodejogos.com/unity/>
- Quarentelli, E., Lagadec, P. & Boin, A. (2016). A Heuristic Approach to Future Disasters and Crises: New, Old, and In-Between Types. Em *A Heuristic Approach to Future Disasters and Crises: New, Old, and In-Between Types* (pp. 16–39). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-32353-4>
- Rayner, K. (1998). *Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research* (N.º 3), University of Massachusetts at Amherst. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372>
- Sabin, P. (2014). *Simulating War : Studying Conflict through Simulation Games* (Kindle). Bloomsbury Academic; Reprint edition (June 19, 2014). <https://doi.org/10.5040/9781474211239>
- Sauro, J. (2011). Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS). Obtido 7 agosto 2020, de <https://measuringu.com/sus/>
- Schell, J. (2008). *The Art of Game Design - A book of lenses* (Vol. 38). Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.38.3763>
- Sherif, W. (2015). *GamesUE4* (B. Mann, M. Sutherlin & A. Wolfe, Eds.). PACKT.
- Simões Marques, M. & Nunes, I. (2012). Gestão de Emergência . Desafios e Impactos do conceito Comprehensive Approach. *Riscos, Segurança e Sustentabilidade*, (January), 203–220.
- Simões-Marques, M., Moreno, D. & Correia, A. (2020). *Developing a Serious Game to Support Disaster Management Preparedness - A Design Thinking Approach* (Nunes, IL, Vol. 1207 AISC). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-51369-6\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51369-6_15)
- Tarouco, L. M. R., Konrath, M. L. P. & Roland, L. C. (2004). *O professor como desenvolvedor de seus próprios jogos educacionais : até onde isso é possível ?*, SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.

- THEMIS. (2014). *Projeto THEMIS disTributed Holistic Emergency Management Intelligent System*, CINAV.
- UN. (2018). *UN - CMCoord Field Handbook* (United Nat). United Nations.
- UNISDR. (2009). *Terminology on Disaster Risk Reduction*. Geneva, Switzerland, United Nations. <https://doi.org/10.4324/9781351138444-36>
- Unity. (2015). *Unity - Manual: Unity Manual*. Unity. <http://docs.unity3d.com/Manual/index.html>
- Wirtz, A. & Below, R. (2009). Working paper Disaster Category Classification and peril Terminology for Operational Purposes. *Context*, (October), 1–20. cred. [be/sites/default/files/DisCatClass%7B%5C\\_%7D264.pdf](https://sites/default/files/DisCatClass%7B%5C_%7D264.pdf)
- Yu-Kai, C. (2014). *Actionable Gamification - Beyond Points, Badges, and Leaderboards* (Vol. 58). Octalysis Media. <https://doi.org/10.1128/AAC.03728-14>
- Zimmerman, E. (2004). Narrative, Interactivity, Play, and Games: Four naughty concepts in need of discipline. *First Person: New Media as Story, Performance, and Game*.

## Legislação

- REPÚBLICA PORTUGUESA, Resolução do Conselho de Ministros n.º19/2013, Conceito Estratégico de Defesa Nacional, Diário da República, I Série n.º67, 5 de abril de 2013, pp 1981-1995.
- REPÚBLICA PORTUGUESA, MINISTÉRIO DA DEFESA NACIONAL, Decreto-Lei n.º 185/2014, Lei Orgânica da Marinha, Diário da República, I Série n.º250, 29 de dezembro de 2014, pp 6397-6406.



# Apêndice A - Enquadramento Geral da Plataforma de Ensino

## RV para Treino de Situações de Catástrofe

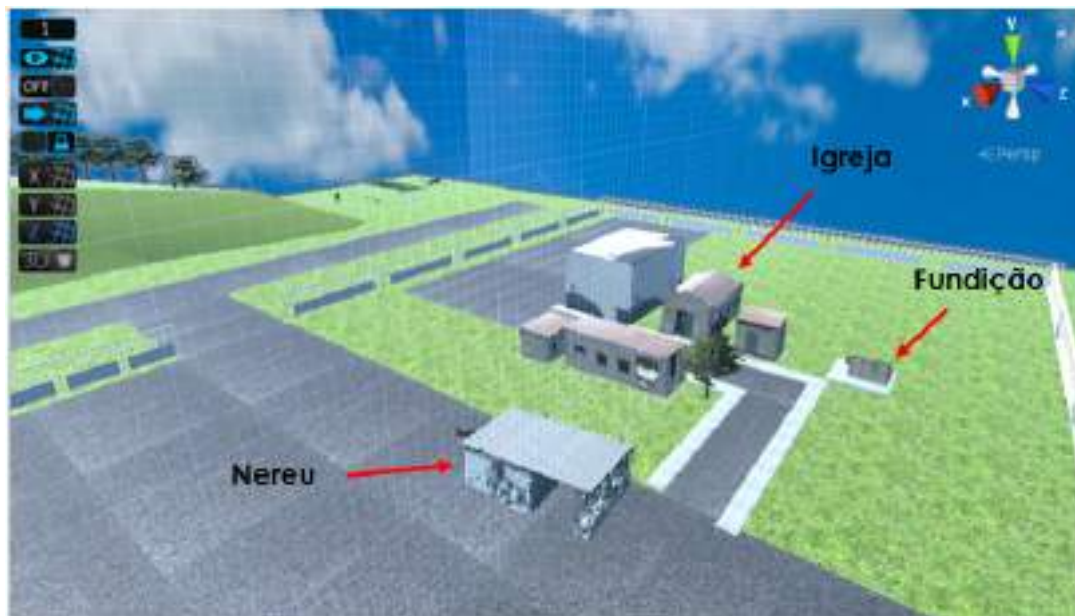
**Título:** RV para Treino de Situações de Catástrofe.

**Categoria:** Single-Player. Plataforma: Computador.

**Duração:** Aproximadamente 10 minutos.

**Ambiente:** Vila D'Ela

**Nota:** Assinalados encontram-se as infraestruturas relevantes para o cumprimento das missões.



## Comandos

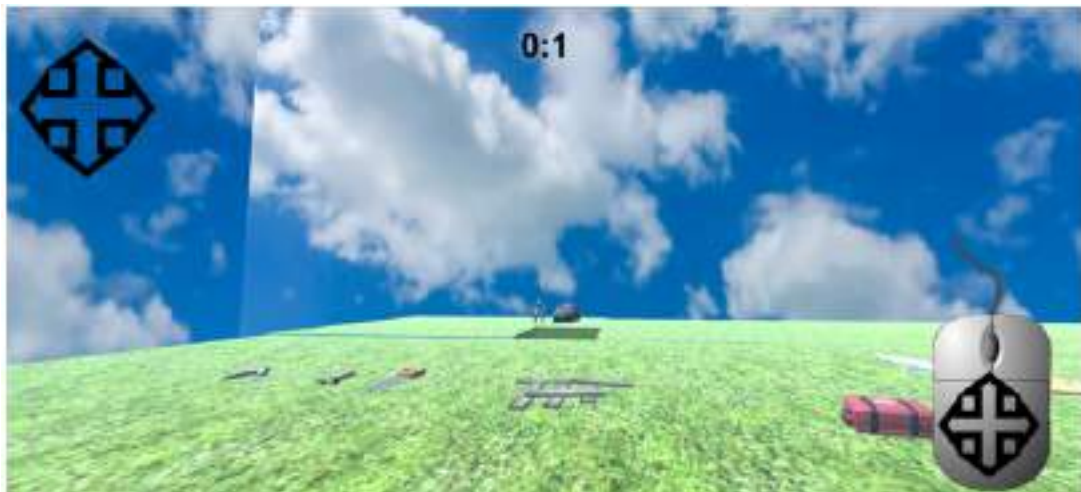
### Movimentos:

Para controlo da personagem, utilizar tecla [W] para movimentar e uso do rato para direccionar.

### Interação:

- Para conseguir passar as informações para as seguintes, pressionar a tecla [ENTER] quando solicitado;
- Para conseguir sair do Painel de Informações, pressionar a tecla [Q], quando solicitado;
- Para visualizar o Painel de Ajuda, pressionar a tecla [H];

- Para relembrar os Comandos do jogo, pressionar a tecla [TAB];
- Para conseguir apanhar o objeto, utilizar a tecla [F] assim que lhe aparecer uma mensagem no ecrã;
- Para interagir com os feridos, utilizar a tecla [Z] assim que lhe aparecer uma mensagem no ecrã;
- Para conseguir cumprir algumas tarefas impostas, utilizar a tecla [E], [R], [X] e [C] assim que lhe aparecer uma mensagem no ecrã.
- Para conseguir visualizar o painel de resultados, no fim de completar as missões, prime a tecla [V] quando solicitado.



### Regras:

- Tempo Disponível para Avaliação Positiva: 3 minutos;
- Apenas é possível utilizar o material disponível;

### Níveis

**Nível 1-** O formando constitui um elemento da equipa USAR e irá deparar-se com um ferido que se encontra separado deste por uma vala. O objetivo da

missão, prende-se em construir uma ponte que permita o acesso ao ferido. No início da missão irão ser disponibilizado vários materiais e a sua escolha irá influenciar a avaliação que o formando irá obter. Pois, cada material disponibilizado possui uma pontuação atribuída. Podendo algum deles conceder pontuação negativa.



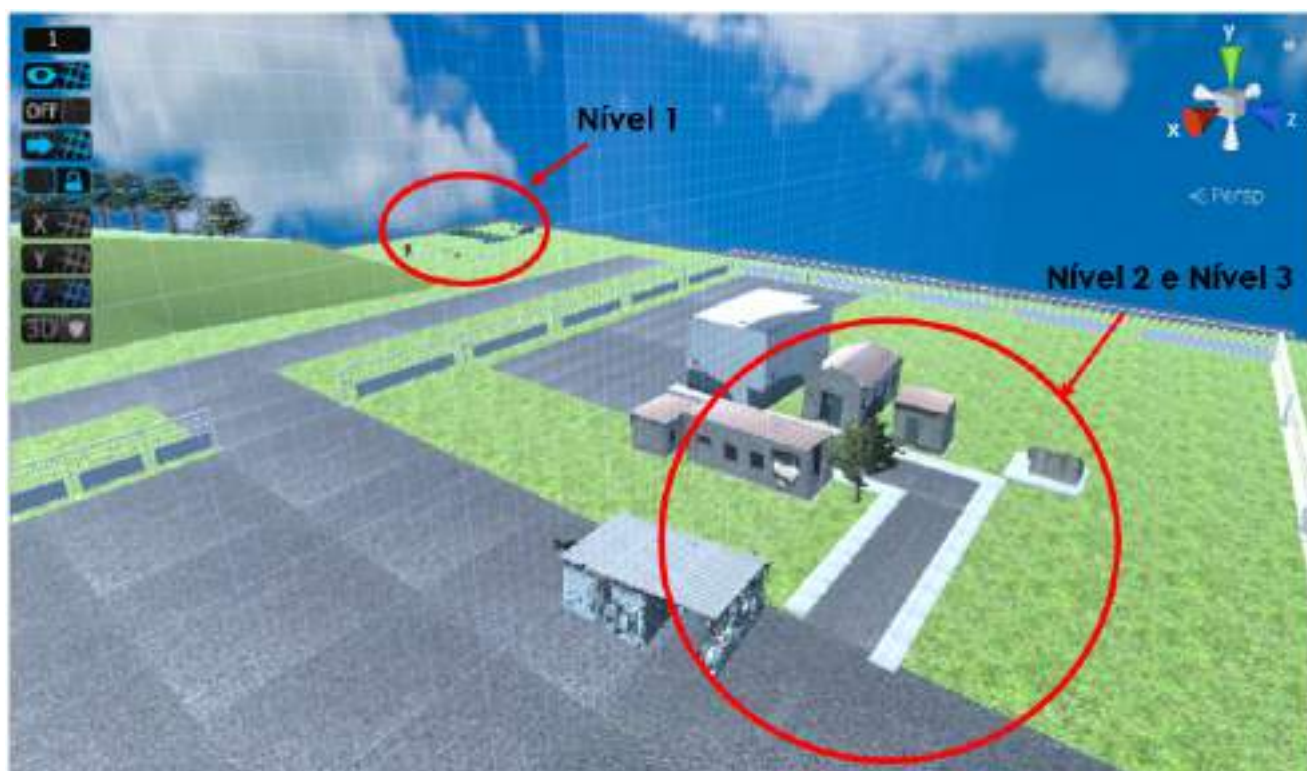
**Nível 2-** O formando constitui a equipa USAR e irá deparar-se com um incêndio de Classe A que encerrala um ferido. O objetivo da missão é apagar o fogo para conseguir socorrer o ferido. O sistema de pontuação é igual ao explicado anteriormente, a cada objeto está atribuído pontos bem como, a apagar o fogo e socorrer o ferido.



**Nível 3-** Sendo considerado o nível mais complexo e de maior dificuldade. O formando depara-se com vários problemas e necessita de tomar decisão. Prestar auxílio a uma grávida que se encontra no interior de um edifício, reparar equipamento elétrico e auxiliar ferido ligeiro no exterior de um dos edifícios. A sua escolha irá influenciar a pontuação atribuída, como também a escolha de materiais para a execução da mesma.









# **Apêndice B - Inquérito de Avaliação**

## **Secção 1 de 6**

### **Realidade Virtual para Treino de Situações de Catástrofe**

O presente questionário insere-se no âmbito da Dissertação de Mestrado do Aspirante Teodoro Moreno, do Curso João Baptista Lavanha (ano letivo 2019/2020).

Os dados fornecidos serão utilizados exclusivamente para fins académicos. É garantido o carácter anónimo da recolha de dados efetuados.

Muito obrigado pela colaboração.

### **Objetivo do questionário**

Pretende-se com o questionário, recolher informação que permita avaliar as funcionalidades de uma plataforma de ensino em realidade virtual, para treino de situações de catástrofe.

As questões destinam-se a obter dos inquiridos a seguinte informação:

- a) caracterização do seu perfil;
- b) grau de conhecimento sobre plataformas de ensino em Realidade Virtual;
- c) medição da usabilidade da solução de Realidade Virtual;
- d) avaliação das características do protótipo de Realidade Virtual;
- e) avaliação global do protótipo da plataforma de ensino em Realidade Virtual.

### **Instruções de preenchimento**

O questionário é composto por cinco secções.

As respostas de escolha múltipla são de resposta obrigatória.

Tempo de preenchimento: aproximadamente 10 minutos.

Não é permitido voltar para a página anterior depois de se mudar de página.

## **Secção 2 de 6**

### **Perfil do inquirido**

Seguem-se perguntas de âmbito geral por forma a obter informação demográfica do inquirido.

1. Género:

- (a) Masculino
  - (b) Feminino
2. Categoria:
- (a) Oficial
  - (b) Sargento
  - (c) Praça
  - (d) Aspirante/Cadete
  - (e) Militarizado
  - (f) Civil
3. Classe:
- (a) Marinha/FZ
  - (b) EN-MEC/AEL
  - (c) AN
  - (d) Médico/Enfermeiro
  - (e) Outra
4. Conhecimento sobre o treino de cenários de catástrofe?
- (a) 1- Nenhum
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Especialista
5. Número de participações em situações reais de emergência:
- (a) 0
  - (b) 1-2
  - (c) 3-4
  - (d) 5+
6. Idade
- (a) <24
  - (b) 25-39
  - (c) 40-55
  - (d) >55

## Secção 3 de 6

### Conhecimento de tecnologia de Realidade Virtual

As perguntas que se seguem pretendem avaliar o grau de conhecimento dos inquiridos da tecnologia de Realidade Virtual.

1. Conhecimento de tecnologia de Realidade Virtual.
  - (a) 1- Nenhuma
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Perito
2. Familiaridade com aplicações em Realidade Virtual.
  - (a) 1- Nenhuma
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Perito
3. Familiaridade com soluções de formação/ensino em Realidade Virtual.
  - (a) 1- Nenhuma
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Perito
4. Observação de demonstração de Realidade Virtual.
  - (a) Sim
  - (b) Não
  - (c) Não sei
5. Conhece a diferença entre Realidade Virtual e Realidade Aumentada.
  - (a) Sim
  - (b) Não
  - (c) Não sei
6. Conhece aplicações da tecnologia Realidade Virtual em treino militar?

- (a) Sim
  - (b) Não
  - (c) Não sei
7. Em que áreas pensa que pode ser aplicada a Realidade Virtual.
- (a) Educação e Ensino
  - (b) Medicina e Saúde
  - (c) Navegação
  - (d) Engenharias e Arquitetura
  - (e) Jogos
  - (f) Desporto
  - (g) Treino Militar
  - (h) Não sei
  - (i) Adicionar opção

## **Secção 4 de 6**

### **Medição da usabilidade da solução de Realidade Virtual**

Avaliação do nível de usabilidade da solução de Realidade Virtual.

1. Gostaria de usar este sistema com frequência.
  - (a) 1- Discordo Completamente
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Concordo Completamente
2. O sistema é desnecessariamente complexo.
  - (a) 1- Discordo Completamente
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Concordo Completamente
3. O sistema é fácil de usar.
  - (a) 1- Discordo Completamente

- (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Concordo Completamente
4. Precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.
- (a) 1- Discordo Completamente
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Concordo Completamente
5. As várias funções do sistema estão muito bem integradas.
- (a) 1- Discordo Completamente
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Concordo Completamente
6. O sistema apresenta muita inconsistência.
- (a) 1- Discordo Completamente
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Concordo Completamente
7. Imagino que as pessoas aprenderão a usar o sistema rapidamente.
- (a) 1- Discordo Completamente
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Concordo Completamente
8. O sistema é confuso de utilizar.
- (a) 1- Discordo Completamente

- (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Concordo Completamente
9. Senti-me confiante ao usar o sistema.
- (a) 1- Discordo Completamente
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Concordo Completamente
10. Precisei de aprender coisas novas antes de conseguir usar o sistema.
- (a) 1- Discordo Completamente
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Concordo Completamente

## **Secção 5 de 6**

### **Avaliação das características do protótipo de Realidade Virtual**

Responda às questões tendo em conta a utilização efetuada da solução de Realidade Virtual.

1. A forma como a solução de Realidade Virtual transmite a missão que se pretende realizar é:
  - (a) 1- Mau
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Excelente
2. A forma como a solução de Realidade Virtual transmite as regras a serem seguidas é:
  - (a) 1- Mau

- (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Excelente
3. A forma como a solução de Realidade Virtual estabelece uma interação e fornece informações durante a ação é:
- (a) 1- Mau
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Excelente
4. A forma como a solução de Realidade Virtual motiva na realização das tarefas é:
- (a) 1- Mau
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Excelente
5. A forma como a solução de Realidade Virtual é utilizada é:
- (a) 1- Muito complexa
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Muito Simples
6. A forma como a solução de Realidade Virtual desperta sentimentos e emoções durante a sua execução das ações é:
- (a) 1- Mau
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Excelente

7. A forma como a solução de Realidade Virtual dispõem o meio envolvente e o contexto da ação é:
- (a) 1- Mau
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Excelente
8. A forma como a solução de Realidade Virtual estabelece os níveis de progressão em função da dificuldade é:
- (a) 1- Mau
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Excelente
9. A forma como a solução de Realidade Virtual permite desenvolver as competências dos formandos é:
- (a) 1- Mau
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Excelente
10. A forma como a solução de Realidade Virtual tem aderência a situações reais é:
- (a) 1- Mau
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Excelente



## Secção 6 de 6

### Avaliação global do protótipo de Realidade Virtual

Pretende-se nesta secção avaliar, em termos globais no ensino/aprendizagem da solução de Realidade Virtual

1. Qual o benefício do uso de Realidade Virtual para treinar os cenários de catástrofe antes do desempenho real?
  - (a) 1- Nenhum
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Excecional
2. Qual o grau de realismo da solução de Realidade Virtual relativamente a um cenário real?
  - (a) 1- Nenhum
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Excecional
3. Classifique globalmente a facilidade de utilização da solução de Realidade Virtual
  - (a) 1- Muito difícil
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Muito fácil
4. Tendo em conta que o artefacto é um protótipo, como avaliaria globalmente a qualidade da prova de conceito?
  - (a) 1- Mau
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Excelente

5. Considera o conceito de ensino apresentado inovador para o tipo de conteúdo?
- (a) 1- Nada
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Muito
6. Considera que um método de aprendizagem baseado em RV, suscetível de cativar os formandos/alunos?
- (a) 1- Nada
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Muito
7. Pensa que tecnologias como a Realidade Virtual podem ser utilizadas para melhorar a transmissão de conceitos e práticas no ensino e na formação?
- (a) 1- Nada
  - (b) 2
  - (c) 3
  - (d) 4
  - (e) 5- Muito
8. O que mais agradou na solução de Realidade Virtual?
9. O que menos agradou na solução Realidade Virtual?

## Apêndice C - Respostas de Desenvolvimento

### O que mais agradou na solução de Realidade Virtual?

- A objetividade na resolução das situações.
- Sendo protótipo, a criação das personagens e do ambiente da vila d'ela foi muito bem conseguido. O facto de ser baseado num cenário real permite às equipas de se familiarizarem com o cenário envolvente onde irão executar a sua missão, facilitando a sua capacidade de resposta. Isto é válido para a criação de soluções em outros cenários que serão alvo de treino.
- A capacidade de suscitar emoções.
- A sua eficiência.
- Interação na aprendizagem.
- Treino de cenários variados.
- Oportunidade de assimilar facilmente os conceitos teóricos Facilidade de utilização, boa execução para um protótipo e uma excelente ideia que poderá ter imenso impacto na educação e formação.
- Facilidade de utilização.
- A facilidade de uso.
- Maior consciência do projeto.
- A realidade virtual apresenta um método de ensino prático, requerendo dos formandos uma forma de atuar espontânea tendo em consideração a teoria de catástrofes que lhes seja leccionada anteriormente.
- Utilização de vários cenários e situações.
- A explicação do problema e dos objetivos.
- A interactividade.
- Facilita a perceção do procedimento Interação com o cenário.
- Utilidade para treinar uma situação de catástrofe.
- A facilidade na visualização de processos.
- Ser acessível e intuitiva.
- A meu ver, a simulação em realidade virtual abre portas à formação num ambiente seguro e controlado onde possivelmente a mais valia será o exercício da tomada de decisões em casos práticos.
- A facilidade de treino, uma vez que, entre outras coisas, requer menos meios de pessoal.
- A interface gráfica.

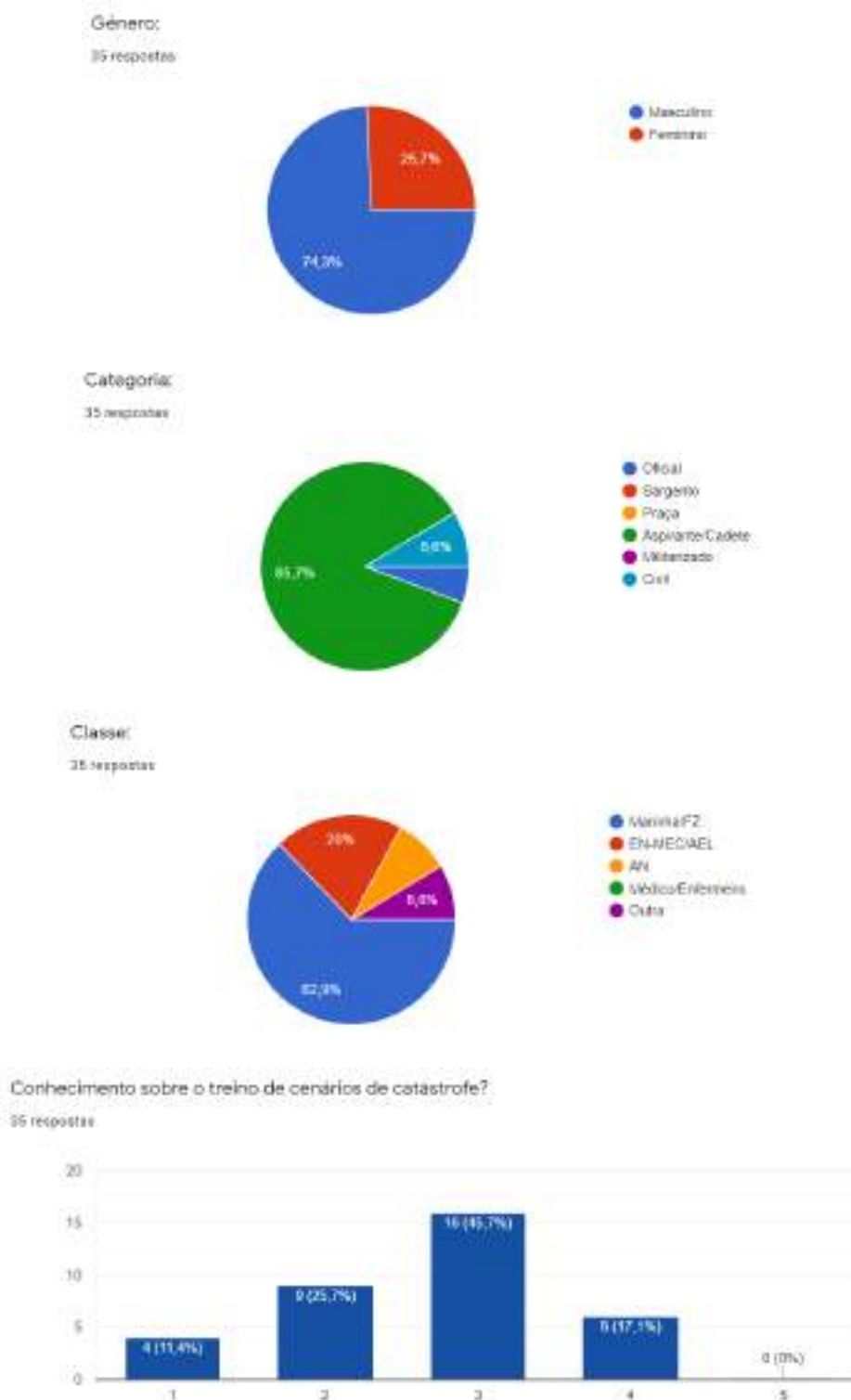
- Versatilidade.

## O que menos agradou na solução Realidade Virtual?

- Algumas dificuldades técnicas.
- Teria criado um cenário mais completo, ou seja, teria colocado mais casas e pessoas e não só os edifícios onde a missão iria ter lugar. Seriam factores que acrescentariam mais dinamismo ao ambiente.
- O programa parou de funcionar da primeira vez que passei o primeiro nível. Reiniciei e funcionou corretamente até ao fim.
- Dificuldade de ter a parte emocional neste contexto.
- Ser apenas um protótipo.
- Apresenta algumas falhas técnicas, mas visto que é um protótipo, é completamente compreensível.
- Para que cumpra a sua função com sucesso, deverá ser uma metodologia adotada e revista periodicamente para eventuais erros de não-compreensão por parte dos formandos ou até mesmo de eventuais bugs que sejam encontrados no programa desenvolvido. Apesar deste facto, creio que, a longo prazo, se apresente como uma solução de treino efetivo, apesar de albergar todas as dificuldades sentidas numa situação real, nomeadamente emoções e sentido fight-flight humano que desperta em cada um de nós em situações de emergência.
- Não substitui as condições adversas do ambiente sentido em treino em cenários reais.
- A interação executada em computador não se aplica a caso real Dificuldade em escolher os objetos e utilizá-los devidamente.
- A parte de ser virtual, para estes processos penso que seja indispensável haver formação presencial.
- A qualidade dos gráficos.
- A realidade virtual apesar de já se encontrar num grau de desenvolvimento considerável, distancia-se num âmbito emocional e sensorial de um caso real.
- Fluidez.

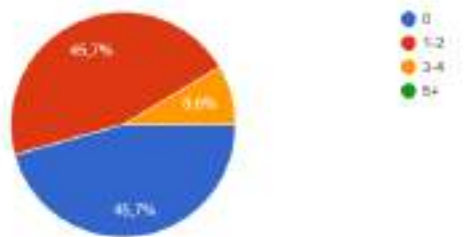
## Apêndice D - Gráficos Gerados Google Forms

### Perfil do Inquirido



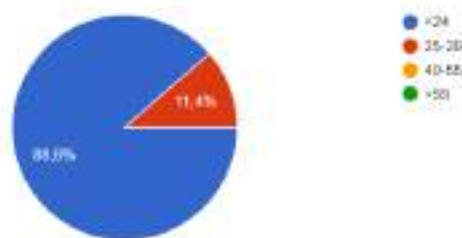
Número de participações em situações reais de emergência

35 respostas



Idade

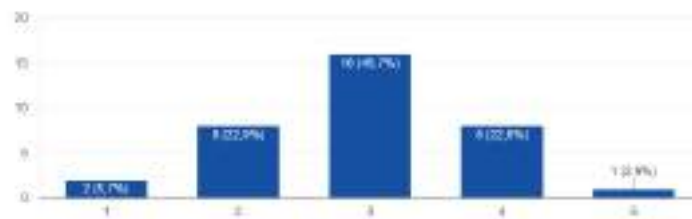
35 respostas



## Conhecimento de tecnologia de Realidade Virtual

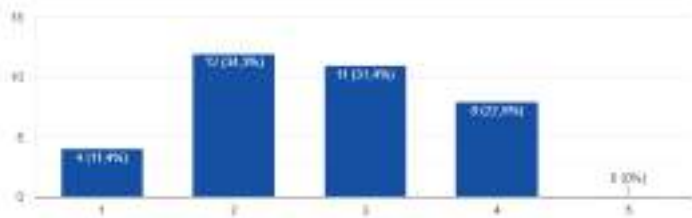
Conhecimento de tecnologia de Realidade Virtual

25 respostas



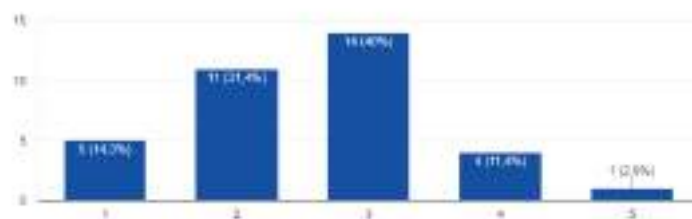
Familiaridade com aplicações em Realidade Virtual

33 respostas



Familiaridade com soluções de formação/treino em Realidade Virtual

25 respostas



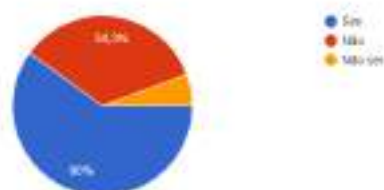
Observação de demonstração de Realidade Virtual

25 respostas



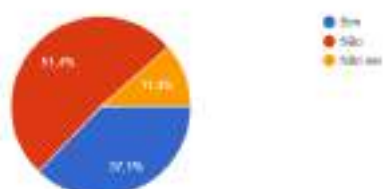
Conhece a diferença entre Realidade Virtual e Realidade Aumentada

35 respostas



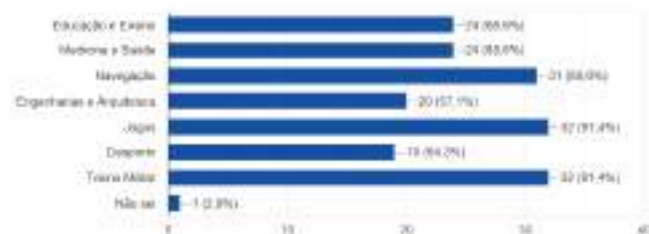
Conhece aplicações da tecnologia Realidade Virtual em treino militar?

35 respostas



Em que área pensa que pode ser aplicada a Realidade Virtual

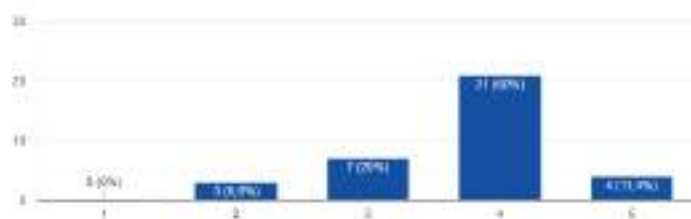
35 respostas



## Medição da usabilidade da solução de Realidade Virtual

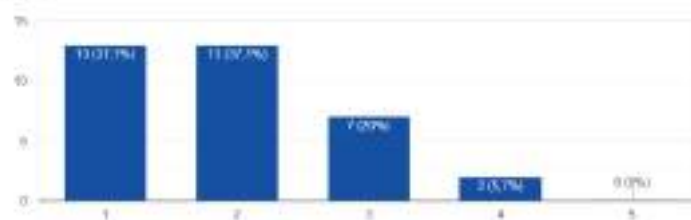
Gostaria de usar este sistema com frequência.

25 respostas



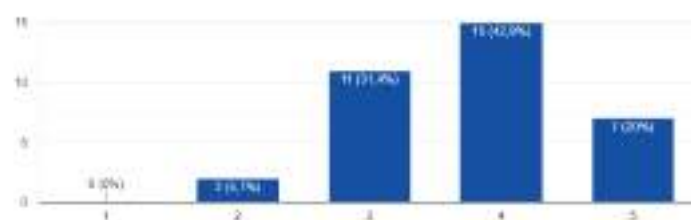
O sistema é desnecessariamente complexo.

25 respostas



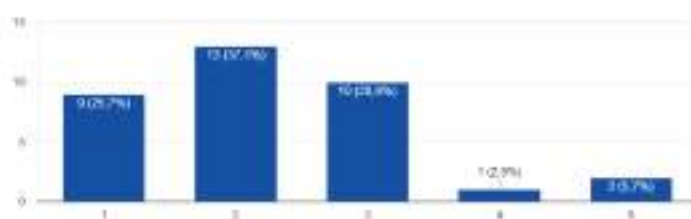
O sistema é fácil de usar.

25 respostas



Precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.

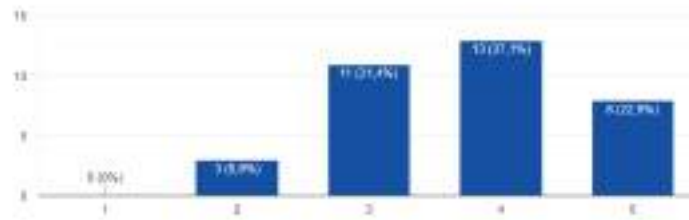
25 respostas





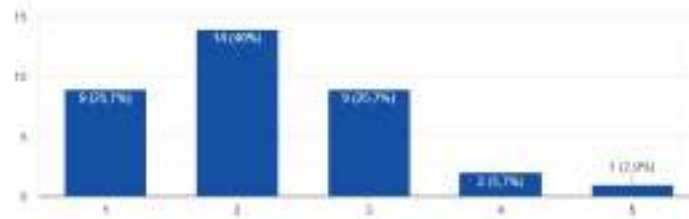
As várias funções do sistema estão muito bem integradas.

35 respostas



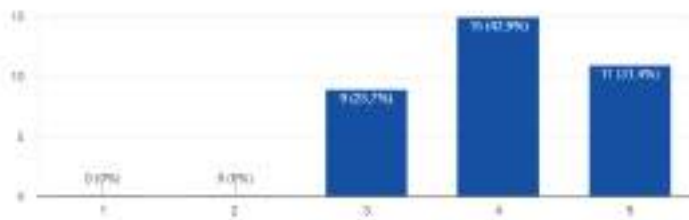
O sistema apresenta muita inconsistência.

35 respostas



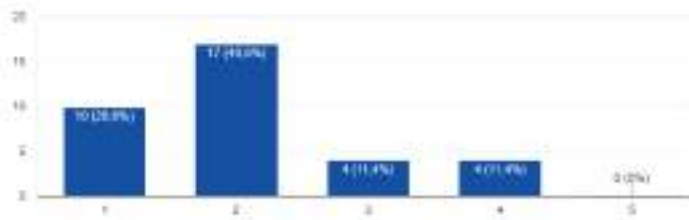
Imagino que as pessoas aprenderão a usar o sistema rapidamente.

35 respostas



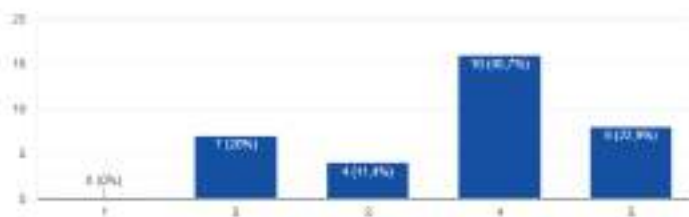
O sistema é confuso de utilizar.

35 respostas



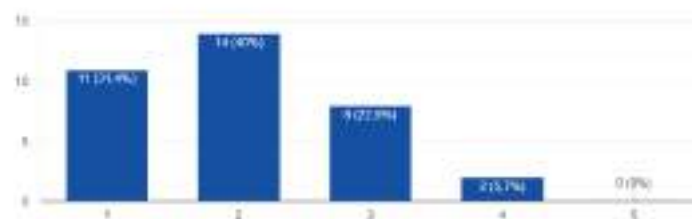
Senti-me confiante ao usar o sistema.

35 respostas



Precisei de aprender coisas novas antes de conseguir usar o sistema.

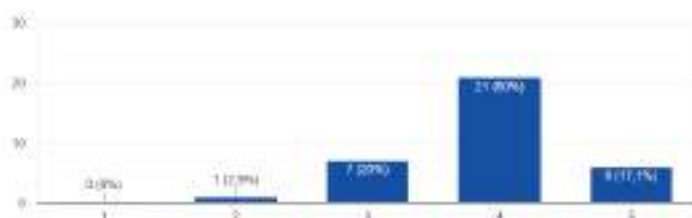
35 respostas



## Avaliação das características do protótipo de Realidade Virtual

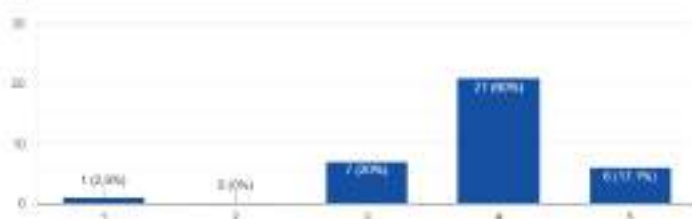
A forma como a solução de Realidade Virtual transmite a missão que se pretende realizar é:

35 respostas



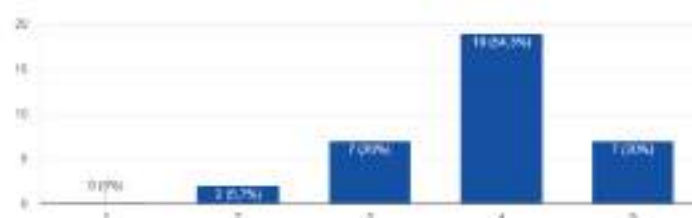
A forma como a solução de Realidade Virtual transmite as regras a serem seguidas é:

35 respostas



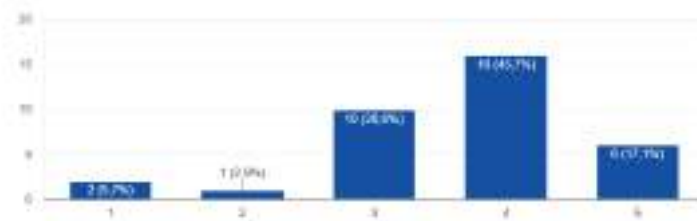
A forma como a solução de Realidade Virtual estabelece uma interação e fornece informações durante a ação é:

35 respostas



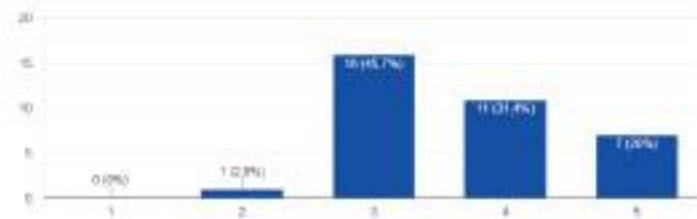
A forma como a solução de Realidade Virtual motiva na realização das tarefas é:

15 respostas



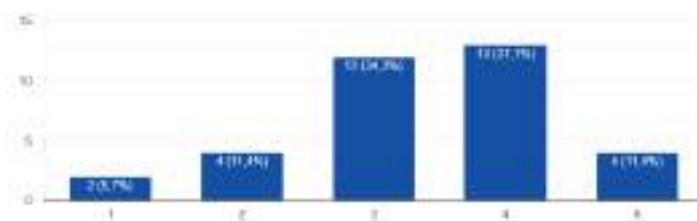
A forma como a solução de Realidade Virtual é utilizada é:

15 respostas



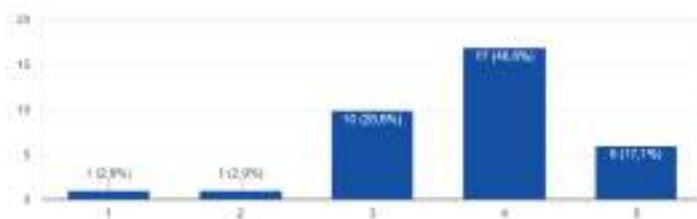
A forma como a solução de Realidade Virtual desperta sentimentos e emoções durante a sua execução das ações é:

15 respostas



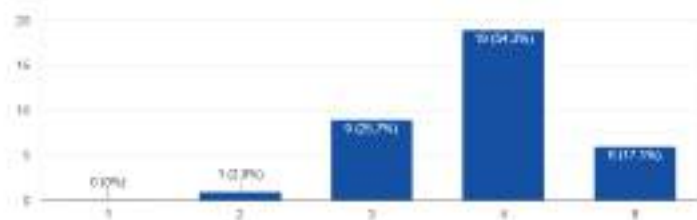
A forma como a solução de Realidade Virtual dispõe o meio envolvente e o contexto da ação é:

15 respostas



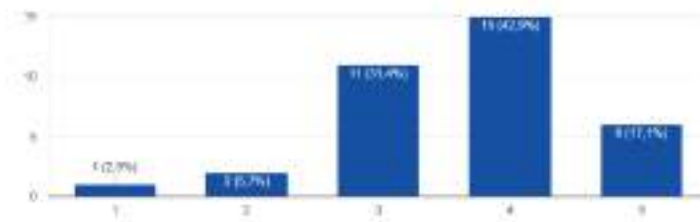
A forma como a solução de Realidade Virtual estabelece os níveis de progressão em função da dificuldade é:

15 respostas



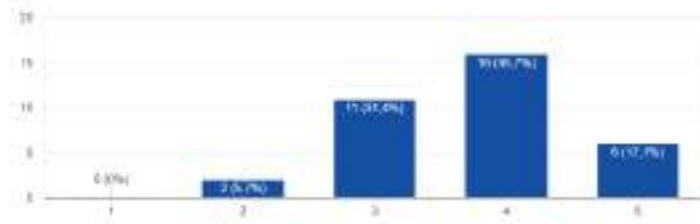
A forma como a solução de Realidade Virtual permite desenvolver as competências dos formandos é:

33 respostas



A forma como a solução de Realidade Virtual tem aderência a situações reais é:

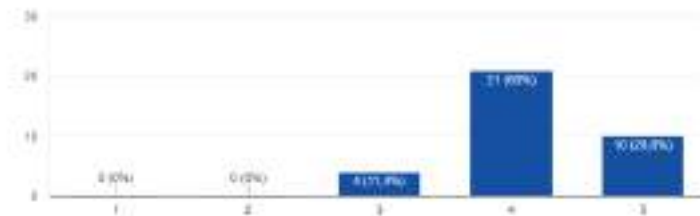
36 respostas



## Avaliação global do protótipo de Realidade Virtual

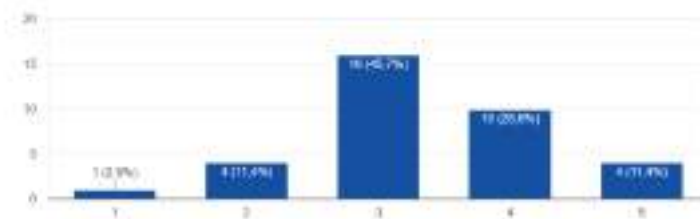
Qual o benefício do uso de Realidade Virtual para treinar os cenários de catástrofe antes do desempenho real?

35 respostas



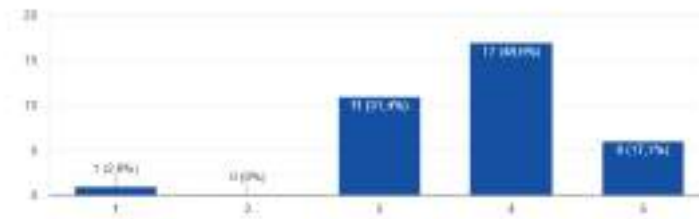
Qual o grau de realismo da solução de Realidade Virtual relativamente a um cenário real?

33 respostas



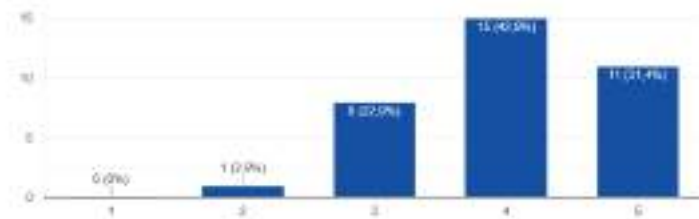
Classifique globalmente a facilidade de utilização da solução de Realidade Virtual

33 respostas



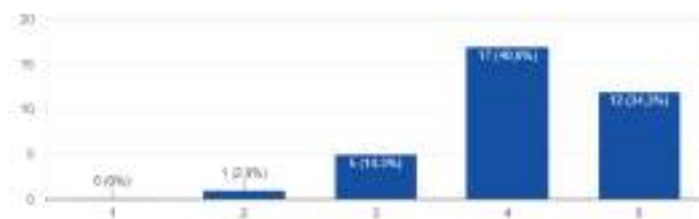
Tendo em conta que o artefacto é um protótipo, como avaliaria globalmente a qualidade da prova de conceito?

25 respostas



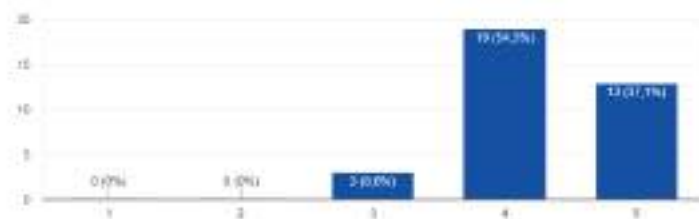
Considera o conceito de ensino apresentado inovador para o tipo de conteúdo?

33 respostas



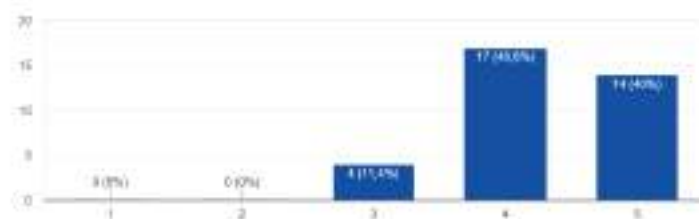
Considera que um método de aprendizagem baseado em RV, suscetível de cativar os formandos/alunos?

26 respostas



Pensas que tecnologias como a Realidade Virtual podem ser utilizadas para melhorar a transmissão de conceitos e práticas no ensino e na formação?

33 respostas





# Apêndice E - Folha de Cálculo Excel - SUS

Indicador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	Média	Amplitude	Min	Max
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SUS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1





# Apêndice F - Artigo Científico

## Developing a Serious Game to support Disaster Management preparedness - a Design Thinking approach

Mário Simões-Marques<sup>1</sup>, Duarte Moreno<sup>1</sup>, Anacleto Correia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CINAV – Naval Academy, Alfeite, 2810-001 Almada, Portugal  
anacleto.correia@gmail.com, teodoro.moreno@marinha.pt,  
mj.simoes.marques@gmail.com

**Abstract.** Disaster management is the organization, planning and application of measures preparing for, responding to and recovering from disasters. Disaster response is a complex activity where decision-makers and responders are faced with very demanding challenges. Preparedness is key to effectiveness and efficiency of response. With the increasing technological evolution observed in recent decades gamification gained new fields of application, besides entertainment. Serious games are an example of such applications. A Serious Game is a game designed with a purpose of educating or training the user in a specific domain, namely in disaster management. This paper discusses the initial stages of the development of a serious game aimed at supporting the preparedness of responders in a context of Disaster Management.

**Keywords:** THEMIS project · Design Thinking · Octalysis Framework · Human-systems Interaction · User Centered Design

### 1 Introduction

According to the United Nations International Strategy for Disaster Reduction ‘Disaster management’ is the organization, planning and application of measures preparing for, responding to and recovering from disasters [1]. Disaster response is a complex activity where decision-makers and responders are faced with very demanding challenges. Preparedness is key to effectiveness and efficiency of response.

With the increasing technological evolution observed in recent decades gamification gained new fields of application, besides entertainment. Serious games are an example of such applications.

A Serious Game is a game designed with a purpose of educating or training the user in a specific domain (e.g., flight simulators, defense, health care, engineering, cyber security), namely in disaster management [2]. This paper discusses the initial stages of the development of a serious game aimed at supporting the preparedness of responders in a context of Disaster Management. This work is an offspring of the THEMIS (*dis-Tributed Holistic Emergency Management Intelligent System*) project which already developed an intelligent system, encompassing desktop apps (for disaster managers) and mobile apps (for disaster responders) [2, 3]. The purpose of the current research is

to create a Virtual Reality (VR) environment which supports the training of disaster responders, by means of immersive disaster environments and the scoring of users performance while executing missions where they have to apply previously acquired knowledge and procedures (e.g., search of damaged buildings looking for affected victims); thus contributing to the preparedness stage of the Disaster Management Cycle.

The process used to reach this goal adopted a Design Thinking approach [4]. Design Thinking is a design methodology that provides a solution-based approach to solving problems, and encompasses a 5-stage model (i.e., empathize – define – ideate – prototype – test). Particularly interesting is the ideation stage, where ideas and solutions can be generated through a wealth of ideation techniques (e.g., Sketching, Prototyping, Brainstorming, Brainwriting, Worst Possible Idea). The gamification of the training was also inspired by the Octalysis Framework [5], which is a human-centric gamification design framework that lays out the eight core drives for humans motivation (Epic Meaning and Calling; Development and accomplishment; Empowerment of Creativity and Feedback; Ownership and Possession; Social Influence and Relatedness; Scarcity and Impatience; Unpredictability and Curiosity; Loss and Avoidance).

To develop an adequate level of skills, disaster managers and first responders need to train in the different scenarios in which they can operate. VR emerges as a technology of great potential for training (e.g., military, firefighters), due to the sensory reaction that it provokes in the user, generating sensations and reactions very close to real scenarios.

This article addresses the ongoing development process of a VR solution that allows training first responders to operate in areas affected by disasters, providing a tool that allows them to experience situations close to the real ones, with the aim of increasing their level of confidence and experience to face disaster scenarios.

This article consists of four sections. This first section aimed at introducing the main problem domains. Section 2 sets the background on techniques used in the development of VR solutions. Section 3 addresses the specific solution design process, discussing the employment of the storyboard technique. The last section presents some conclusions, summarizing the work done and the following steps.

## **2 Background**

The design of the proposed solution, to support the training of first responders for disasters, requires a basic understanding of relevant areas of the problem, namely, Gamification, Storyboard and Virtual Reality, which will be briefly addressed in this section.

### **2.1 Gamification**

Gamification is the process of using game elements and applying them to real life activities. Its objective is, therefore, to apply methods and techniques used in games in order to motivate and encourage the accomplishment of tasks, motivating workers and encouraging collaboration.

Deterding et al defined gamification as the use of game elements in contexts other than games [5]. An effective gamification combines factors present in applications developed for entertainment purposes, such as design, dynamics, psychology and

technology, and uses them to support the organization's current tasks. Several studies confirm that teaching-oriented gamification promotes the development of effectiveness and increased retention, by motivating students to learning [7, 8].

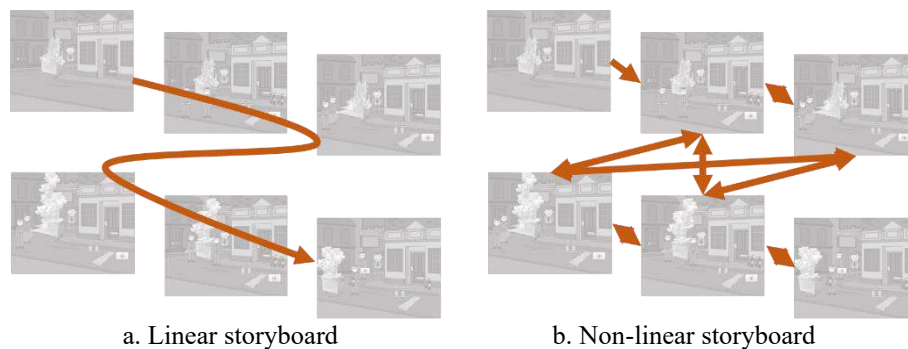
The concept of gamification was used for the first time in 1896, when a company run by Sperry and Hutchinson started a stamp business and spread it across sales outlets. The money spent by the customer allowed to accumulate stamps, later exchanged for household items [9]. Nowadays, gamification is present in applications that promote teaching and learning such as the Geography Seterra-quiz, where the user while playing can improve his knowledge in geography; or Duolingo, which offers awards for the users achievements as they learn a language. There are also some examples of the use of gamification in the context of emergency management (refer to [2]).

## 2.2 Storyboard

The storyboard is a predecessor of writing, having been used by ancient civilizations as a form of communication. For instance, the Egyptians used it, initially engraved on stones and later on papyrus leaves [10].

Currently, the storyboard technique is used as a first representation and visualization of a project to be developed (e.g., a movie, a game) [11]. It is prepared based on a set of sequential drawings that serve as a guide for the project [12], documented with notes of what is intended to happen. The record of its use in modern times, for this purpose, dates back to the 1930s, by the Walt Disney studios [13].

The storyboard flow can occur in two ways: linearly – as a timeline, to assist the creation of films, videos, animations (see Fig. 1.a); non-linearly - for example, in the design of Graphical User Interfaces (GUI) for games and other digital products (see Fig. 1.b).



**Fig. 1.** Alternative storyboard flow

The storyboard is the first tool in the pre-production of any multimedia project. Through the set of images, ideas and requirements take shape and can be explained to users, anticipating problems during the execution of the project, resulting from a deficient survey of the solution requirements.

The storyboard has numerous advantages, namely:

- Helps to organize ideas - when creating a storyboard the ideas are placed in a visual way, which helps to develop the perception of what is important in the project;
- Helps Planning - with its creation the most important details of the project are highlighted;
- Helps to communicate ideas - communicating the idea in words is not always easy; therefore, the drawings of the storyboard may simplify communication;
- Simplifies the performance of tasks - with a good storyboard, important details of the project are highlighted, avoiding the loss of time due to errors that arise from deficient requirements gathering.

### 2.3 Virtual Reality Platform

VR is an advanced type of interface which uses a set of 3D graphic images generated by computer. In order to implement a VR-based serious game it is necessary to select an adequate platform, suited to the design requirements.

A game engine is a development environment that serves as the basis for creating game applications and similar solutions. The game engine provides a graphic environment for the creation of 2D and 3D images, animation, audio and to support programmers in the development of applications for entertainment and education.

Examples of game engines are:

- Unity - currently the most used engine in the entertainment market;
- Unreal Engine 4 - a more complex environment, used by programmers experienced in programming languages;
- Game Maker – a platform adequate for 2D modeling. When 3D modeling is required has some disadvantages in relation to the previous ones.

For the current project the game engine adopted was Unity. Unity is the software that has the best features for the intended purpose. It is the most used tool in the world gaming market and the simplest to program. It has ample support materials and simultaneously presents a set of sophisticated characteristics for the implementation work to be carried out. Due to the limitations of paper size, the Unity implementation is not addressed here.

## 3 Proposed Solution

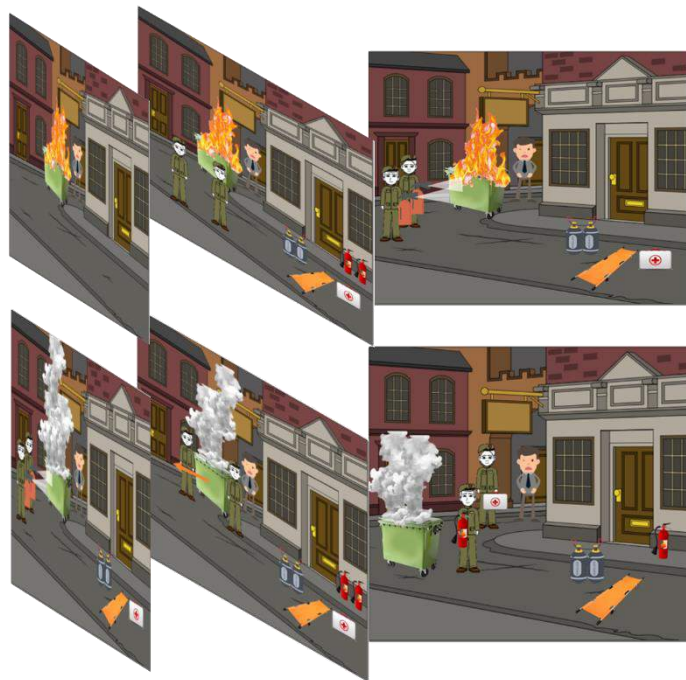
Considering the Disaster Management Cycle, the Preparation phase is of crucial importance for the success of response phase, which is triggered by the onset of a disaster. A VR simulator offers the opportunity for the agents involved in disaster response to train in quite realistic scenarios, from the sensorial standpoint.

Serious games (i.e., applications designed based on game technology) can be very effective tools since they motivate the trainees, promoting their learning and retention capacity, and exercising their mental and intellectual functions, as the psychological processes in a virtual environment are similar to the processes performed in a real training environment [14]. In fact, several studies (e.g. [15,16,17]) concluded that gamification is a way of developing: new thinking skills; procedural knowledge (i.e. knowing how to do something); and declarative knowledge. These studies also advocate that the

teaching supported by gamification changes the behavior and psychology of the student, who participates and is motivated for learning. Therefore, it is anticipated that the creation of a VR disaster scenario to be used in the training of disaster responders helps developing their skills and become better prepared to face disasters.

The storyboard technique (illustrated in Fig. 2) was used for pre-production and structuring of ideas, aimed at creating the VR disaster scenario. This technique contributes to produce a VR app script before its implementation, obeying the following rules:

- Each relevant situation must have one or more images;
- Each image must have actors, important details and information about each element of the scene;
- The position of the camera should always be kept in mind, in order to anticipate the effect created;
- All transactions to be carried out must be identified;
- Scenes include dialogues and other important details, in order to be enlightening and awaken the imagination of those who view them;
- Actor movements and environmental conditions (for example, the wind) must be highlighted with arrows.



**Fig. 2.** Example of drawings created for the storyboard of a particular VR-scenario

At a later stage, the rules, objectives, mechanics and environment of the artifact have also to be defined:

- **Rules** - help in understanding the game challenges. Thus, it is necessary to define rules so that there are no doubts from users of the artifact. According to

Zimmerman [18], the rules must limit the action of users, be fixed, simple, clear and shared by all;

- **Objectives** - are intended for the user to establish their priorities. For Bates [19], objectives are important to guide the user, as the user must always know what he is doing and the reason why he does it. It is also important to establish different types of objectives: short, medium and long term;
- **Mechanics** - are the set of elements available to create a relationship between the challenge and the user. According to Sicart [20] the mechanics of the challenge are distinguished from the rules because they are applied in the space where the interaction takes place;
- **Environment** - is the space where the challenge takes place and where the rules are applied, in order to allow the user to get involved in the challenge environment;
- **Artifact** - the intention is to create a set of scenarios based on a Portuguese Navy training site used for the ships' crew training in disaster response. An example is a scenario created for the training of a Search Team, whose objective is to locate and report wounded people found in street with damaged buildings. For the challenge to be successfully concluded, it is necessary for the team to follow the instructions received within an established time limit.

The analysis of the scenario structure is quite important, in order to assess its static and dynamic qualities, to verify the means available to achieve the intended ends, before proceeding to the development of the artifact in the game engine.

The artifact implementation must be evaluated regularly, in order to assess the different dimensions of its Usability and solving any detected flaws. To check for possible flaws and defects, functional and structural tests have to be carried out.

## 4 Conclusions and Future Work

Serious Games are increasingly being used in support of training and education, exploiting the opportunities offered by the technological evolution in computation and on the new forms of cyber-human interaction. This paper addressed the initial stages of the implementation of a training VR application for disaster managers and first responders. The main problem domains for the implementation of the artifact (gamification, storyboard and VR game platforms) were described, giving a particular emphasis to the role and advantages of creating the game scenario storyboard. The need for future analysis of the scenario structure was highlighted, in order to assess its static and dynamic qualities, and to verify the means available to achieve the intended ends. It was also stressed the need for an iterative evaluation of the artifact developed in the game engine to ensure high Usability standards.

Despite the early stage of this offspring of the THEMIS project, there is a high confidence that this VR training environment will contribute to raise the preparedness of first responders to be deal with disasters and, therefore, to the effectiveness and efficiency of Disaster Response Operations.

**Acknowledgments.** The work was funded by the Portuguese Ministry of Defense and by the Portuguese Navy.

## References

1. UNISDR: Terminology on Disaster Risk Reduction. United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva (2009)
2. Simões-Marques, M.: Facing disasters - trends in applications to support Disaster Management. In: Nunes, I. (ed.) *Advances in Human Factors and Systems Interaction*, AHFE 2016. AISC, vol. 497, pp. 203–215. Springer, Cham (2017)
3. Simões-Marques, M., Mendonça, P., Figueiredo, D., Nunes, I.L.: Disaster management support system prototype design evolution based on UX testing. In: Nunes, I. (ed.) *Advances in Human Factors and Systems Interaction*. AISC, vol. 959, pp. 374–85. Springer, Cham (2020)
4. Arnold, J.E.: *Creative Engineering: Promoting Innovation by Thinking Differently*. Edited by William J. Clancey. (2016)
5. Chou, Y.-K.: *Gamification Book: Actionable Gamification – Beyond PBLs*. (2019)
6. Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., Nacke, L.: From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” In: *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, pp. 9-15 (2011)
7. Li, W., Grossman, T., Fitzmaurice, G.: GamiCAD: A gamified tutorial system for first time AutoCAD users. In: *Proceedings of the 25th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pp. 103-112 (2012)
8. Hakulinen, L., Auvinen, T., Korhonen, A.: Empirical study on the effect of achievement badges in TRAKLA2 online learning environment. In: *2013 Learning and Teaching in Computing and Engineering*, pp. 47-54 (2013)
9. Christians, G.: *The Origins and Future of Gamification*. University of South Carolina. (2018)
10. McKenzie, I.: *Powerful, Professional, Personal Presentations*. Ian McKenzie (2014).
11. Burton, M.: *Storyboard Artist - Carrer Profile*. Retrieved from <https://www.animationcareerreview.com/articles/storyboard-artist-career-profile> (2019)
12. Hart, J.: *The art of the storyboard: A filmmaker’s introduction* (Second Edition). Focal Press (2013)
13. Miller, D.: *The Story of Walt Disney* (Disney Edi). New York. (2005)
14. Tarouco, L. M. R., Konrath, M. L. P., Roland, L. C.: O professor como desenvolvedor de seus próprios jogos educacionais : até onde isso é possível ?. In: *SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. (2004)
15. Aldrich, C.: *Learning by Doing: A Comprehensive Guide to Simulations, Computer Games, and Pedagogy in e-Learning and Other Educational Experiences* Product Details: Product Description. Pfeiffer (2005)
16. Domínguez, A., Saenz-De-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., Martínez-Herráiz, J. J.: Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. In: *Computers and Education*, vol. 63, pp. 380-392 (2013)
17. Su, C. H., Cheng, C. H.: A mobile gamification learning system for improving the learning motivation and achievements. In: *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 31(3), pp. 189-201 (2015)
18. Zimmerman, E.: Narrative, Interactivity, Play, and Games: Four naughty concepts in need of discipline. In: *First Person: New Media as Story, Performance, and Game*. (2004).
19. Bates, B.: *Game Design* (2<sup>nd</sup> Ed.). Cengage Learning PTR. (2004)
20. Sicart, M.: Defining game mechanics. In: *Game Studies*, vol. 8 (2). (2008)

